

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 FÉVRIER 1888.

PRÉSIDENTIE DE M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Seconde Note sur la probabilité du tir à la cible*; par M. J. BERTRAND.

« Le savant général Putz, en me communiquant un Mémoire inséré par lui dans la *Revue d'Artillerie*, m'a fait connaître les objections opposées déjà aux principes admis par Poisson et la loi de probabilité aujourd'hui adoptée dans les écoles de tir.

» Cette loi est un cas particulier de la formule conjecturale proposée dans l'une de nos dernières séances.

» Le major Siacci, de l'armée italienne, dans un Mémoire fort intéressant, reproduit en septembre 1883 par la *Revue d'Artillerie*, a signalé déjà l'impossibilité d'accepter l'indépendance des écarts horizontaux et verti-

caux. Il s'attache à prouver que deux axes dépendants des conditions du tir permettent seuls, si on les adopte, de regarder les probabilités comme indépendantes dans les directions qui leur sont parallèles.

» La formule qu'il déduit de ce théorème, M. Schulz, professeur à l'École polytechnique de Delft, l'a fait remarquer dans le numéro de février 1884, avait été déjà proposée par Bravais, dans son Mémoire sur la probabilité des erreurs de situation.

» M. Siacci s'est empressé de reconnaître l'identité des résultats. Les démonstrations sont très différentes.

» Ni l'une ni l'autre ne me semble concluante.

» Bravais suppose, en effet, que les coordonnées du point frappé dépendent de variables indépendantes en nombre quelconque, et que ces variables sont soumises aux lois de probabilité des mesures directement prises.

» Les conditions du tir ne présentent rien de pareil.

» M. Siacci substitue à cette hypothèse celle de *causes* indépendantes agissant chacune dans une direction déterminée. Les deux suppositions sont fort éloignées de l'évidence. L'indépendance des causes n'est pas admissible, elles tendent toutes à agir plus ou moins efficacement suivant le soin plus ou moins grand apporté à préparer le coup ; les précautions prises pour écarter ou affaiblir l'une d'elles doivent faire supposer un soin égal dans la lutte contre les autres.

» La plupart des causes d'écart, d'ailleurs, ne tendent pas à agir dans une direction déterminée. Si la température inégale ou le mouvement des couches d'air a rendu le pointage imparfait, si la balle manque d'homogénéité, si son axe de figure n'a pas dans la cartouche la direction régulière et normale, toutes ces circonstances écartent la balle du but ; peut-on dire dans quelle direction ? Si le tireur, à chaque coup, cherche à corriger l'écart du coup précédent, il en résulte une cause d'écart négative, si l'on peut s'exprimer ainsi, mais de direction variable.

» Le général Putz, dans le numéro de la même *Revue* du mois d'avril 1884, se borne à démontrer l'existence nécessaire des axes de groupement, sans rattacher ce théorème de Géométrie à la théorie des probabilités dont il est, en effet, complètement indépendant.

» Le théorème, que j'appellerai *théorème de Bravais*, quoique la démonstration de Bravais n'y soit pas applicable, peut se déduire, comme celui de Gauss sur la loi de probabilité des erreurs d'observation, d'une hypo-

thèse implicitement acceptée dans toutes les études sur le tir et proposée, en 1722 déjà, par le célèbre géomètre Cotes :

» Si l'on connaît un nombre quelconque de points où la cible a été frappée, la position la plus probable du point visé est le centre de gravité du système des points atteints.

» Si l'on admet cette règle, aussi plausible précisément que celle des moyennes, en nommant $F(x, y) dx dy$ la probabilité pour que la balle frappe un élément $dx dy$, $x_1, y_1, x_2, y_2, \dots, x_n, y_n$ les coordonnées des points frappés, X et Y celles du but, le produit

$$F(X - x_1, Y - y_1) F(X - x_2, Y - y_2) \dots F(X - x_n, Y - y_n)$$

devra être maximum lorsque X et Y considérés comme variables auront pour valeurs

$$X = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n},$$

$$Y = \frac{y_1 + y_2 + \dots + y_n}{n}.$$

» Si donc on pose

$$\frac{d l.F(x, y)}{dx} = \varphi(x, y),$$

$$\frac{d l.F(x, y)}{dy} = \varpi(x, y),$$

les fonctions φ et ϖ sont telles que les équations

$$\varphi(\alpha_1, \beta_1) + \varphi(\alpha_2, \beta_2) + \dots + \varphi(\alpha_n, \beta_n) = 0,$$

$$\varpi(\alpha_1, \beta_1) + \varpi(\alpha_2, \beta_2) + \dots + \varpi(\alpha_n, \beta_n) = 0$$

sont les conséquences nécessaires de

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n = 0,$$

$$\beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_n = 0.$$

On en conclut aisément

$$\varphi(x, y) = ax + by,$$

$$\varpi(x, y) = a'x + b'y;$$

φ et ϖ étant les dérivées d'une même fonction, on doit avoir $b = a'$. On

en déduit

$$l.F(x, y) = \frac{ax^2}{2} + bxy + \frac{b'y^2}{2} + C$$

par conséquent, $F(x, y)$ est de la forme

$$G e^{-k^2 x^2 - 2\lambda xy - k'^2 y^2}.$$

C'est le théorème de Bravais.

» La condition nécessaire

$$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} F(x, y) dx dy = 1$$

donne

$$G = \frac{\sqrt{k^2 k'^2 - \lambda^2}}{\pi}.$$

Les courbes d'égale probabilité sont les ellipses dont l'équation générale est

$$k^2 x^2 + 2\lambda xy + k'^2 y^2 = H.$$

Les trois constantes caractéristiques d'une série d'épreuves k , k' et λ peuvent se déduire des coordonnées des points atteints par rapport à deux axes arbitrairement choisis, l'un horizontal si l'on veut, l'autre vertical. Si l'on nomme $x_1, y_1, x_2, y_2, \dots, x_n, y_n$ ces coordonnées, on pourra poser, lorsque n sera suffisamment grand,

$$\frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}{n} = \frac{k'^2}{2(k^2 k'^2 - \lambda^2)} = A,$$

$$\frac{y_1^2 + y_2^2 + \dots + y_n^2}{n} = \frac{k^2}{2(k^2 k'^2 - \lambda^2)} = B,$$

$$\frac{x_1 y_1 + x_2 y_2 + \dots + x_n y_n}{n} = \frac{\lambda}{2(k^2 k'^2 - \lambda^2)} = C;$$

on en conclut

$$AB - C^2 = \frac{1}{4(k^2 k'^2 - \lambda^2)}.$$

$\frac{1}{k^2 k'^2 - \lambda^2}$ est proportionnel au carré de la surface de l'ellipse à l'intérieur de laquelle il y a probabilité donnée pour que la balle vienne se placer, et la différence $\sqrt{AB - C^2}$, très aisée à calculer, peut servir de mesure à la précision d'une arme supposée sans défaut.

» Quand l'arme est imparfaite, et elles le sont toutes, le centre de gravité des points frappés par le projectile n'est pas situé au centre de la cible, il faut, avant de calculer A, B et C, retrancher de chacune des coordonnées qui y figurent la coordonnée correspondante du centre de gravité.

» Les constantes étant déterminées, entre deux coups quel sera le meilleur?

» Il serait conforme à la théorie de désigner ainsi celui pour lequel la somme

$$k^2 x^2 + 2\lambda xy + k'^2 y^2$$

aurait la plus petite valeur. Les ellipses de même probabilité étant connues, les balles sont d'autant meilleures qu'elles se trouvent sur une ellipse plus petite. »

M. le général **MENABREA**, à la suite de la Communication de M. *Bertrand*, demande la parole pour signaler les remarquables travaux sur la Balistique de M. *Siacci*, qui est un des officiers d'artillerie les plus distingués de l'armée italienne.

« On sait que, par suite de la précision qu'on obtient actuellement avec les nouvelles armes et vu la nature des projectiles employés dont quelques-uns doivent faire explosion dans un point déterminé de la trajectoire, il est important d'avoir des Tables de tir propres à donner, non seulement la portée des pièces et la forme de la trajectoire des projectiles, mais encore la vitesse de celui-ci, l'inclinaison de la tangente à la trajectoire et le temps de parcours correspondant à chaque point de la courbe parcourue. La solution de ce problème, qui est fort simple lorsque la trajectoire a lieu dans le vide, devient au contraire fort compliquée lorsqu'on doit tenir compte de la résistance de l'air, d'abord parce que la loi de cette résistance est imparfaitement connue, ensuite parce que, dans une des hypothèses les plus simples et que jusqu'ici on a cru se rapprocher davantage de la vérité, celle de la résistance proportionnelle au carré de la vitesse, on se heurte à des difficultés analytiques qu'on n'est pas parvenu, jusqu'à présent, à surmonter d'une *manière pratique*.

» C'est pourquoi M. *Siacci* a abordé le problème d'une autre manière. D'abord il a étudié les lois de la résistance de l'air, et, par suite d'observations précises, il a pu reconnaître que cette résistance variait avec la vitesse. Partant de cette donnée, il a divisé la trajectoire en divers segments

se raccordant successivement les uns les autres et, pour chacun de ces segments, il a donné des formules qui lui ont permis de calculer des Tables au moyen desquelles on peut obtenir avec une suffisante approximation les éléments qui se réfèrent au mouvement du projectile et servent à constituer, d'une manière très prompte, ce qu'on appelle les *Tables de tir* dont se servent les artilleurs ; cette méthode est devenue usuelle dans l'artillerie italienne, et les résultats qu'on en obtient correspondent à l'expérience.

» Cette même méthode n'est pas inconnue en France : elle a été adoptée par plusieurs écoles d'artillerie étrangères et spécialement par celle des États-Unis d'Amérique, où elle sert de base à l'enseignement de la Balistique. »

M. Bertrand ayant exprimé le désir de posséder, pour la Bibliothèque de l'Institut, les écrits de M. Siacci sur ce sujet, M. le général Menabrea prend l'engagement d'en écrire à l'auteur, qui sans doute s'empressera d'en faire hommage à la docte assemblée.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur le mécanisme de l'immunité ;*

par M. A. CHAUVÉAU.

« Dans la dernière séance de l'Académie, notre illustre Confrère, M. Pasteur, a présenté le premier Volume des *Annales de l'Institut Pasteur* en appelant particulièrement l'attention sur l'un des Mémoires qu'il contient : c'est celui que MM. Roux et Chamberland ont consacré à l'*immunité, contre la septicémie, conférée par des substances solubles*.

» Je m'associe d'autant plus volontiers aux éloges donnés par M. Pasteur à ce travail, qu'il concourt à la démonstration des principes établis par mes recherches sur le mécanisme de l'immunité que crée, à l'organisme animal, une première atteinte de maladie infectieuse. Toutefois, je suis obligé de faire remarquer que les auteurs des nouvelles expériences méconnaissent le véritable caractère de mes propres travaux. Je tiens à restituer leur signification aux démonstrations expérimentales, par lesquelles j'ai prouvé que l'immunité doit être attribuée à l'influence d'une substance soluble laissée dans le corps par la culture du microbe pathogène.

» J'ai montré que, dans les maladies virulentes, le microbe pathogène

fabrique un *poison soluble*, cause principale de la mort des sujets malades. La première indication de l'existence de ce *poison soluble* se trouve dans un article de la *Revue de Médecine et de Chirurgie* de 1879. Quatre moutons devenus ultra-réfractaires au charbon, à la suite de trois inoculations charbonneuses, avaient reçu dans les veines chacun 1^{re} de sang charbonneux et ils en avaient éprouvé un malaise très grave, en même temps que très fugitif.

» A quoi attribuer ce malaise passager? J'ai l'intention de soutenir, dans un autre travail, que l'agent infectieux lui-même n'y est que pour peu de chose, et que les troubles physiologiques observés sont dus surtout à la petite quantité du *poison soluble* contenu dans le sang charbonneux injecté (1).

» C'est en 1880 que j'expose les faits qui donnent la preuve de l'existence de ce *poison soluble*. Ils étaient contenus dans deux études traitant, l'une, de l'action que l'agent infectieux du charbon exerce sur l'organisme des moutons réfractaires et des causes de la mort que ces agents entraînent quelquefois; l'autre, de l'action exercée sur l'agent infectieux par l'organisme des moutons réfractaires. Cette dernière étude a été seule publiée (2); mais les faits qui y sont relatés suffisent amplement à la démonstration de l'action vénéneuse du sang charbonneux, dont il est parlé couramment dans les conclusions de cette étude. Je renvoie à cette étude et à mes publications ultérieures, particulièrement à une Communication faite, en 1885, à Grenoble, devant le Congrès de l'Association pour l'avancement des Sciences (3), ainsi qu'à ma Notice de mars 1886 sur mes *Travaux scientifiques* (p. 37).

» En même temps que je démontrerais la présence d'un poison soluble dans le milieu de culture naturelle du *bacillus anthracis*, je recueillais les faits et j'instituais les expériences qui me permettaient d'attribuer la création de l'immunité à l'action de ce poison ou de toute autre matière soluble fabriquée dans le sang par le microbe infectieux.

» L'expérience m'avait appris (4) que :

» La grande quantité des agents infectants dans les inoculations de sang de rate aux moutons algériens est une des conditions qui permettent de vaincre la résistance que ces animaux opposent en général au virus charbonneux. »

(1) *Revue de Médecine et de Chirurgie*, t. III, p. 868 et 869; 1879.

(2) *Comptes rendus*, 1880.

(3) *Revue scientifique*, t. II, p. 354; 1885.

(4) Voir *Comptes rendus*, t. XC, 28 janvier 1880.

» C'était en contradiction avec la théorie générale de l'immunité que venait de publier M. Pasteur. Je l'ai fait remarquer dans les termes suivants :

» Les faits que je viens de faire connaître démontrent que la bactériodie charbonneuse se comporte dans l'organisme des moutons algériens, non pas comme s'il était privé de principes nécessaires à la vie bactériodienne, mais bien plutôt comme si c'était un milieu rendu impropre à cette dernière par la présence de *substances nuisibles*. En très petit nombre, les bactériodies sont arrêtées dans leur développement par l'influence inhibitive de ces substances. Très nombreux, au contraire, elles peuvent surmonter bien plus facilement cet obstacle à leur prolifération.

» Cette manière de voir comportait une extension toute naturelle à l'explication de l'immunité acquise ou renforcée.

» Quand un microbe infectieux s'est une première fois multiplié dans son milieu naturel de culture, et qu'il l'a ainsi rendu rebelle à toute culture ultérieure, ce n'est pas qu'il l'a épuisé en le privant de toutes les substances nécessaires au développement du microbe, mais bien parce que celui-ci a fabriqué des substances qui, en imprégnant ce milieu de culture, l'ont plus ou moins stérilisé. Mais ce n'est là qu'une déduction. Quoique j'aie prouvé ⁽¹⁾ que l'influence du nombre des bactériodies dans les inoculations charbonneuses se manifeste également sur les sujets dont l'immunité a été créée ou considérablement renforcée par des inoculations préventives, il n'y a pas, dans les faits qui viennent d'être rappelés, la démonstration directe de l'influence stérilisante d'une matière laissée dans le corps animal par les microbes pathogènes. Les choses se passent *comme si* cette influence stérilisante est réellement exercée, soit par le poison soluble, dont l'existence m'avait été prouvée par les expériences rappelées plus haut, soit par toute autre substance à déterminer : voilà tout ce que je pouvais dire au moment où je faisais connaître mes premières expériences sur l'influence du nombre des microbes infectieux, et je n'ai pas, en effet, dit autre chose. C'est alors que MM. Roux et Chamberland auraient été autorisés à écrire que, si je rejetais la théorie de l'épuisement et si j'adoptais l'autre, c'est seulement parce que cette dernière « rend mieux compte des faits ».

» Mais aux premières indications que je viens de faire connaître il n'a pas tardé à se joindre une démonstration directe, absolument probante en faveur de l'opinion qui attribue l'immunité à l'imprégnation de l'orga-

(1) *Comptes rendus*, t. XCI; 18 octobre 1880.

nisme par les produits solubles résultant de l'activité, de la vie, de la multiplication du microbe pathogène.

» Dans les faits précédents, l'organisme qui devient de plus en plus réfractaire, à la suite d'inoculations préventives, a été soumis à l'action simultanée des microbes pathogènes et des produits solubles que ceux-ci engendrent. Je me suis dit que, s'il était possible de conférer l'immunité contre le sang de rate à un organisme dans lequel il ne pourrait pénétrer que ces produits solubles, la démonstration du mécanisme de l'acquisition de l'immunité ne laisserait plus rien à désirer. Or cette démonstration a été donnée par les expériences que j'ai racontées, le 19 juillet 1880, dans la Note intitulée : *Du renforcement de l'immunité des moutons algériens, à l'égard du sang de rate, par les inoculations préventives. Influence de l'inoculation de la mère sur la réceptivité du fœtus* ⁽¹⁾. Dans ces expériences, il est démontré que les agneaux nés de mère inoculée du sang de rate pendant la gestation deviennent tous réfractaires à l'action du virus charbonneux. Or, d'après les recherches de Brauell, chez les brebis pleines qui meurent du charbon, les bacilles fourmillant dans le sang de la mère ne passent point dans le sang du fœtus. Le placenta les arrête comme le ferait un filtre. Il n'y a que les matières solubles du sang qui puissent traverser le placenta. Si les tissus du fœtus deviennent inaptes à la prolifération du bacille charbonneux, il faut bien admettre que la résistance qu'ils acquièrent est due à leur imprégnation par les matières solubles qui, du sang de la mère, sont passées dans celui du jeune sujet.

» Je sais bien que la signification de cette expérience a été contestée. MM. Strauss et Chamberland, d'un côté ⁽²⁾, M. Perroncito, d'un autre côté ⁽³⁾, puis M. Koubassoff ⁽⁴⁾ ont démontré que Brauell et Davaine étaient allés beaucoup trop loin en avançant que les bacilles ne passent jamais de la mère au fœtus. Ce serait seulement dans une petite minorité de cas que le fait se produirait. Le plus souvent le passage s'effectue, en très petite quantité il est vrai, car ce n'est qu'en employant des procédés délicats de recherches qu'on peut démontrer l'existence des bacilles dans le sang ou les organes du fœtus. S'il en est ainsi, on n'est plus autorisé à considérer l'immunité du nouveau-né produite seulement par les matières

⁽¹⁾ *Comptes rendus*, t. XCI, 19 juillet 1880.

⁽²⁾ *Ibid.*, t. XCV, p. 1290; 1882.

⁽³⁾ *Accademia dei Lincei*, 1883.

⁽⁴⁾ *Comptes rendus*, t. CI, p. 101; 1885.

solubles qu'il a puisées dans le sang de la mère. Voilà l'objection qui m'a été faite. Je ne l'atténue pas. Qu'en doit-on penser?

» Je dirai nettement qu'elle ne peut rien enlever à la valeur de ma démonstration. Je ne conteste nullement la parfaite exactitude des faits mis en lumière pour la première fois par MM. Strauss et Chamberland; mais ils ne s'appliquent point à mon cas, et j'ai toujours protesté dans toutes mes publications ⁽¹⁾ contre une telle application. Mes expériences n'ont été faites ni sur les femelles de cobayes, qui ont servi dans presque toutes les expériences des autres physiologistes, ni même sur des lapines. Elles ont porté toutes sur des brebis pleines; j'ajoute *sur des brebis arrivées aux dernières semaines de la gestation*. Or, quand une brebis, dans ces conditions, succombe aux suites d'une inoculation charbonneuse, ce n'est qu'exceptionnellement que le sang fœtal contient des bacilles, et encore en quantité si petite qu'il est impossible d'en constater la présence par la recherche microscopique.

» J'ai à fournir de nombreux exemples; en ne retenant que les cas qui ont été recueillis avec des détails précis, j'en puis citer *onze*, sur lesquels *deux* seulement ont été positifs. Et cependant l'essai du sang du fœtus a été fait dans les conditions les plus favorables à la rencontre du bacille. Cet essai a consisté dans l'injection sous-cutanée de 1^{re} de sang cardiaque, sur des moutons sains appartenant à des races éminemment impressionnables au charbon, procédé plus sûr que celui de l'ensemencement de *quelques gouttes* de sang dans un certain nombre de ballons de culture.

» Ainsi, *deux* succès seulement sur *onze* cas! Et encore ai-je quelques doutes sur la signification d'un des cas positifs, parce que toutes les précautions indiquées pour éviter la contamination accidentelle par le sang de la mère n'avaient pas été prises.

» Veut-on savoir maintenant combien de fois il est arrivé qu'un agneau, né d'une mère inoculée du charbon *dans les dernières semaines de la gestation*, ait échappé à l'immunité? *Pas une fois!* Je ne compte plus mes expériences. Elles ont été poursuivies pendant sept ans, tant sur des brebis algériennes inoculées avec du virus fort, que sur des brebis du pays inoculées avec du virus atténué, ces dernières de beaucoup les plus nombreuses. Chaque fois qu'un agneau naissait d'une de ces brebis, il était soumis à l'épreuve de l'inoculation avec du virus fort, dans les premières semaines

(1) Voir, en particulier, *Revue scientifique*, t. II, p. 358 (1884), et *Revue de Médecine*, t. VII, p. 186 (1887).

de son existence. Or *aucun* n'a succombé, et ceux qui provenaient de mères algériennes n'ont même pas présenté les signes d'infection plus ou moins grave qu'on ne manque jamais de provoquer sur les sujets issus de mères non inoculées pendant la gestation.

» Je ne saurais donner le chiffre exact de mes expériences, car on avait fini par ne plus les enregistrer. Il dépasse certainement quarante.

» Ainsi *tous* les agneaux, au nombre de *quarante* au moins, nés dans mon laboratoire, de mères inoculées du charbon pendant les dernières semaines de la gestation, ont acquis l'immunité. Combien sur ce nombre ont été exposés à être pénétrés (on sait en quelle quantité presque inappréciable) par les bacilles du sang de la mère ? Sept au plus, c'est-à-dire moins du cinquième, d'après le résultat des expériences que j'ai citées plus haut. En quoi cette infime minorité peut-elle infirmer la signification des autres cas, comme démonstration de la création de l'immunité au moyen d'une matière soluble que le fœtus puise par osmose dans le sang de la mère ?

» Mais j'irai plus loin et je dirai qu'il est probable, sinon absolument certain, que l'immunité a été créée chez *tous* mes agneaux sans qu'un bacille de la mère ait pénétré dans le sang d'aucun d'eux. Et, en effet, quand l'évolution du virus charbonneux, fort ou atténué, sur les brebis pleines, n'entraîne ni la mort, ni l'avortement ⁽¹⁾, il y a les plus grandes chances pour que le bacille, si rare, parfois même tout à fait absent, dans le sang de la mère, ne se trouve *en aucun cas* dans celui du fœtus. Je n'ai *jamais* réussi à en déceler l'existence sur les fœtus de brebis inoculées du charbon dans des conditions assurant la survie et tuées au moment où elles arrivaient à la fin de la période aiguë de l'infection.

» Donc l'immunité acquise par le fœtus de la brebis inoculée du charbon reste une preuve démonstrative de la création de cette propriété par l'action d'une matière soluble, produit de la vie microbienne.

» J'ai raconté ailleurs ⁽²⁾ mes tentatives pour donner une nouvelle démonstration de ce mécanisme de l'immunité, en injectant, sur des animaux sains, du sang charbonneux dans lequel les germes avaient été tués par l'action d'une température élevée. Ces tentatives ont été infructueuses ; j'ai expliqué pourquoi. Peut-être aurai-je l'occasion de revenir sur ce sujet. En attendant, j'applaudis au succès de ceux qui ont été plus heureux que moi,

(1) Pendant le long cours de mes expériences, il n'a été constaté que *deux* cas d'avortement.

(2) *Revue scientifique*, t. II, p. 358 (1884), et *Revue de Médecine*, t. VII, p. 187 (1887).

à tous les résultats expérimentaux nouveaux montrant qu'une matière soluble, provenant d'une culture microbienne effectuée en dehors de l'organisme d'un animal, peut créer ou concourir à créer l'immunité dans cet organisme : ceux obtenus par M. Pasteur dans la pratique des vaccinations antirabiques ; ceux de M. Charrin, portant sur le liquide des cultures du bacille pyocyanogène ; ceux enfin que MM. Roux et Chamberland viennent d'obtenir avec le liquide des cultures de vibrion septique.

» Ces derniers résultats sont particulièrement intéressants pour moi. M. Pasteur, en les faisant connaître, a rappelé que j'avais étudié ⁽¹⁾, avec M. Arloing, la maladie causée par ce vibrion septique. J'ai été très étonné de ne pas voir notre travail signalé dans le Mémoire de MM. Roux et Chamberland. C'est en effet dans ce travail que se trouve démontrée, pour la première fois, la création de l'immunité contre la maladie du vibrion septique.

» Quelques gouttes du liquide virulent introduites sous la peau tuent les chevaux et les ânes en quatre ou six jours, en produisant d'énormes œdèmes qui rendent parfois les animaux difformes.

» Mais les mêmes animaux résistent à l'injection intra-veineuse de plusieurs centilitres du même liquide virulent ; et, si l'injection est répétée plusieurs fois, on rend ces animaux absolument réfractaires à l'injection sous-cutanée des virus les plus forts.

» Les moutons et les chiens ont été vaccinés de la même manière.

» C'est aussi dans ce travail qu'on a démontré, pour la première fois, que les liquides virulents, débarrassés par la filtration du vibrion septique, perdent toute leur virulence et peuvent être introduits en quantité notable dans le tissu conjonctif sous-cutané sans causer d'infection. Il ne nous a manqué que de chercher si les sujets ainsi inoculés étaient devenus réfractaires à l'action du vibrion lui-même.

» C'est ce qu'ont fait MM. Roux et Chamberland et je leur en suis très reconnaissant ; ils ont enlevé ainsi tout appui à la vive opposition qu'avaient rencontrées, dans leur entourage même, les démonstrations sur lesquelles j'avais fondé la théorie de la création de l'immunité par l'action des produits solubles de la vie microbienne. »

(1) *Bulletin de l'Académie de Médecine*, p. 604 et 1129 (1884).

ASTRONOMIE. — *Remarques sur une objection de M. Khandrikoff à la théorie des taches et des protubérances solaires.* Note de M. H. FAYE.

« M. Henry Gauthier-Villars a donné, dans le dernier numéro du journal *l'Astronomie* de M. Flammarion, un compte rendu très intéressant de la récente éclipse totale de Soleil observée, sur un sommet de l'Oural, par M. Khandrikoff, professeur d'Astronomie à l'Université de Kew. J'y trouve une objection que le savant observateur oppose à ma théorie des taches et des protubérances. M. Khandrikoff constate d'abord, comme l'a fait dernièrement notre savant Correspondant M. R. Wolf, de Zurich, que l'année 1887 coïncide presque avec le minimum des taches ; il ajoute que, pendant les onze jours qui ont précédé l'éclipse, c'est à peine si les observations les plus minutieuses ont permis d'en noter deux de peu d'importance. Il semble donc, dit-il, qu'il aurait fallu, d'après la théorie de M. Faye, inférer de cette absence de taches que, pendant l'éclipse, on apercevrait peu ou point de protubérances. Quelques astronomes l'avaient annoncé. On sait, ajoute-t-il, que ces prévisions ne se réalisèrent pas. M. Khandrikoff a noté en effet quelques protubérances pendant cette éclipse, une de 4' de hauteur sur le bord oriental avec trois autres insignifiantes, et quelques protubérances basses sur le bord opposé.

» Cela est bien loin du grand déploiement de protubérances qui apparurent dans les éclipses voisines de l'époque du maximum ; mais, sans m'arrêter à cet argument, je dirai que la difficulté dont M. Khandrikoff a été frappé, à savoir l'apparition de quelques protubérances à une époque où il n'y avait que deux petites taches sur le disque du Soleil, tient à ce qu'il n'a pas assez remarqué que, dans ma théorie, les taches n'engendrent pas seules des protubérances. Mais je n'ai pas dit cela : si ma théorie attribuait les protubérances aux taches seules, elle ne serait pas soutenable, car on voit des protubérances autour du Soleil dans des régions où les taches n'apparaissent jamais. Dans toutes mes publications, et en particulier dans l'exposé que j'ai fait de cette théorie pour l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1887, j'ai insisté sur ce point que les très petites taches, connues sous le nom de *pores*, concourent à la production de ce phénomène aussi bien que les taches ordinaires, les seules que l'on note ordinairement. Ces pores, qui ne figurent pas dans la statistique des taches (sauf en Italie où quelques observateurs font entrer en ligne de compte les plus

visibles sous le nom de *fori*) agissent exactement comme les taches, à l'intensité près. Or ces pores se produisent partout et ne disparaissent pas entièrement à l'époque des minima.

» Les grandes taches débutent à l'état de pores et grandissent rapidement; mais cette transformation de pores en taches ne s'opère que dans une double zone, variant d'étendue périodiquement de part et d'autre de l'équateur, zone qui ne dépasse guère 45° de latitude héliocentrique dans ses plus grandes excursions. Cela tient, sans aucun doute, à ce que les courants parallèles de la photosphère présentent plus de régularité dans cette région. Il en résulte que les mouvements giratoires qui produisent les pores, une fois établis, peuvent durer longtemps et parcourir les phases ordinaires de leur développement normal.

» D'après cela, les protubérances, bien que dues à un seul et même mécanisme, doivent présenter des différences suivant qu'elles proviennent des taches proprement dites ou des pores.

» L'analyse spectrale nous a permis de distinguer certains phénomènes caractéristiques dans les protubérances lumineuses; or il est assez remarquable que ces notions nouvelles soient venues compléter ma théorie au lieu de la contredire.

» On sait en effet aujourd'hui qu'il y a deux sortes de protubérances, les unes dites *éruptives*, bien qu'il n'y ait absolument rien d'éruptif sur le Soleil, les autres dites *nuageuses* ou *quiescentes*. Les premières sont beaucoup plus élevées en général que les secondes; elles affectent la forme de jets brillants, de langues de feu plus ou moins compliqués, changeant avec beaucoup de rapidité, tandis que les autres, bien plus basses, de forme nuageuse, occupent parfois d'assez grands arcs sur le disque du Soleil et sont bien moins tourmentées. Les premières entraînent avec elles, au-dessus de la chromosphère, des vapeurs métalliques qu'on ne retrouve pas dans les secondes. Enfin les premières ne sortent pas des limites des taches: on n'en voit jamais dans les régions polaires, tandis que les secondes se produisent partout.

» Évidemment les premières sont dues aux taches, les secondes aux simples pores qu'on observe si souvent dans les facules isolées recouvertes de protubérances. Si donc on veut comparer la statistique des taches à celle des protubérances, il ne faut compter parmi ces dernières que les *éruptives* et non les *nuageuses*. Alors disparaîtront les quelques anomalies qu'on m'oppose, uniquement parce qu'on a oublié de noter, en lisant l'exposé de mes idées, la distinction que j'ai posée tout d'abord, il y a quinze

ans, entre les pores qu'on voit partout et les taches qui sont confinées entre des limites périodiquement variables. Par exemple, dans l'éclipse observée par M. Khandrikoff, une seule protubérance paraît être de nature éruptive : les autres sont probablement dues à de simples pores.

» Ma théorie est basée sur ce double fait que, d'une part, les protubérances des deux catégories, éruptives ou quiescentes, entraînent en haut des masses d'hydrogène qui retombent continuellement dans le réservoir commun de la chromosphère (couche d'hydrogène qui enveloppe le Soleil sur une épaisseur d'environ 1800 lieues), et, d'autre part, que la chromosphère, malgré cet apport continu d'hydrogène, n'a pas augmenté d'épaisseur depuis près de deux siècles qu'on l'a entrevue pour la première fois. Il s'agit donc là d'une circulation verticale de l'hydrogène de la chromosphère. L'hydrogène, pris dans cette couche, doit être entraîné en bas dans les couches placées au-dessous de la photosphère, puisqu'il ne saurait ailleurs rencontrer les vapeurs métalliques qu'il entraîne avec lui dans les protubérances éruptives; puis, abandonné par la force qui l'a fait descendre, il doit remonter, en vertu de sa légèreté spécifique et de sa surchauffe, bien au-dessus du point de départ pour retomber finalement dans la chromosphère. Impossible de comprendre autrement cette circulation.

» Étant donné le mode d'alimentation que j'ai assigné à la photosphère ⁽¹⁾, cette circulation ne peut s'expliquer que de deux façons, par une action chimique très particulière, ou par une action mécanique non moins particulière.

» On conçoit la première en admettant un peu gratuitement que, parmi les matériaux refroidis et condensés qui constituent les nuages de la photosphère, quelques-uns ont, à cette température, une affinité spéciale pour l'hydrogène ⁽²⁾, et qu'ils l'abandonnent à une température plus élevée, celle de la volatilisation. A ce compte, l'hydrogène de la chromosphère serait absorbé par les particules nuageuses de la surface brillante, et tomberaient avec elles en pluie vers l'intérieur. Parvenu à une certaine profondeur, dans des couches plus chaudes, cet hydrogène redeviendrait libre; il remonterait donc, en vertu de sa légèreté spécifique, jusqu'au réservoir commun de la chromosphère et même un peu au delà.

» Mais le seul aspect des protubérances dément cette explication. Si elle était vraie, l'absorption de l'hydrogène par les nuages de la photo-

⁽¹⁾ *Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1873.

⁽²⁾ Le fer, par exemple, toujours présent dans la photosphère, pourrait jouer ce rôle.

sphère s'opérerait uniformément sur toute la surface du Soleil, et il en serait de même de son retour ascendant. D'ailleurs, les relations évidentes qui existent entre les taches et les protubérances éruptives seraient incompréhensibles.

» La seconde explication nous conduit à considérer les taches et les pores comme l'agent mécanique de cette circulation. Il est certain, par l'aspect même des taches, c'est-à-dire par le refroidissement qu'implique l'existence de ces trous obscurs, que des matériaux froids, bien plus froids que ceux de la photosphère, s'y engloutissent incessamment. Or ces matériaux froids n'existent que dans la chromosphère. C'est donc l'hydrogène de cette couche qui est entraîné dans les profondeurs des taches et qui doit, dès lors, remonter à la surface tout autour des taches, après avoir été abandonné dans les couches profondes à haute température. Cet hydrogène ainsi surchauffé remontera tumultueusement autour des taches ou des pores; il rejaillira à une hauteur qui dépendra de sa légèreté spécifique et de son degré de surchauffe. La circulation sera dès lors complète et la chromosphère n'éprouvera jamais d'augmentation, puisque cet hydrogène qui lui arrive sans cesse n'est autre que l'hydrogène qui lui est sans cesse enlevé par les pores et les taches.

» Il restait à expliquer ce mécanisme des taches et à indiquer la source de leur énergie. C'est ce que j'ai tâché de faire, en les assimilant à des tourbillons descendants dans les cours d'eau. Les astronomes savent, depuis Laugier et surtout depuis Carrington, que les parallèles du Soleil n'ont pas la même vitesse de rotation. Celle-ci diminue de l'équateur aux pôles. Or ces inégalités de vitesse dans des courants parallèles à l'équateur doivent donner naissance, comme dans nos cours d'eau, à des tourbillons descendants, à axe vertical, capables d'engloutir des matériaux légers et de les entraîner à une certaine profondeur. Ces tourbillons existent certainement sur le Soleil⁽¹⁾; on les voit à l'œuvre avec les mêmes caractères mécaniques que les tourbillons de nos fleuves. L'explication est donc complète, car elle comprend à la fois la formation des taches, celle des protubérances, et la circulation incessante de l'hydrogène solaire, en rattachant tous ces phénomènes (les facules comprises) à une cause mécanique réellement existante, à savoir la différence de vitesse de rotation des

(¹) C'est à tort qu'on a cherché des indices de leur giration violente dans l'espèce de photosphère qui se forme au-dessous de leur embouchure, à distance, par suite du refroidissement qu'ils propagent autour d'eux.

zones de la photosphère. Cette différence même me paraît résulter du mode de refroidissement du Soleil, dont la masse se compose de gaz permanents et de vapeurs métalliques facilement condensables à la superficie. Je ne crois pas que l'analyse spectrale, avec sa richesse d'informations nouvelles, ait apporté une seule notion qui contredise cette théorie.

» Les seules difficultés qu'on lui ait opposées tiennent, comme on l'a vu au commencement de cette Note, à ce qu'on oublie que les grandes taches ne sont pas le seul agent de cette circulation, et que les très petites taches, c'est-à-dire les pores, y contribuent aussi à leur façon. »

ARITHMÉTIQUE. — *Sur les nombres parfaits.* Note de M. SYLVESTER.

« Existe-t-il des nombres parfaits impairs? C'est une question qui reste indécise.

» Dans un article intéressant de M. Servais, paru dans le journal *Mathesis* en octobre 1887, on trouve cette proposition qu'un nombre parfait (s'il y en a) qui ne contient que trois facteurs premiers distincts est nécessairement divisible par 3 et 5. Je vais démontrer ici qu'un tel nombre n'existe pas, au moyen d'un genre de raisonnement qui m'a fourni aussi une démonstration de ce théorème qu'il n'existe pas de nombre parfait qui contienne moins de six facteurs premiers distincts.

» On voit facilement que la somme de la série géométrique

$$1 + c + c^2 + \dots + c^i,$$

où c est impair, sera elle-même paire quand i est impair; de plus, quand i est pair, cette somme sera toujours paire, mais impairement paire seulement dans le cas où $c \equiv i \equiv 1 \pmod{4}$.

» Donc, si un nombre parfait impair est de la forme $p^i q^j r^k \dots$, (p, q, r, \dots étant des nombres premiers distincts), tous les indices i, j, k, \dots doivent être pairs à l'exception d'un seul, soit i , lequel, de même que sa base p , sera congru à 1 par rapport au module 4; car on doit avoir

$$f p^i f q^j f r^k \dots = 2 p^i q^j r^k \dots,$$

$f x^i$ représentant $1 + x + \dots + x^i$, c'est-à-dire $\frac{x^{i+1} - 1}{x - 1}$.

» Ainsi, on voit qu'un nombre parfait impair (si un tel nombre existe)

sera de la forme

$$M^2(4q+1)^{4k+1},$$

$4q+1$ étant un nombre premier qui ne divise pas M .

» Comme corollaire, on peut déduire qu'aucun nombre parfait impair ne peut être divisible par 105; en effet, soit un tel nombre

$$3^{2i} 5^x 7^{2k} \dots,$$

on aura

$$\frac{f^{3^{2i}} f^{5^x} f^{7^{2k}}}{3^{2i} 5^x 7^{2k+1}} > \left(1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{3^2}\right) \left(1 + \frac{1}{5}\right) \left(1 + \frac{1}{7} + \frac{1}{7^2}\right);$$

c'est-à-dire $> \frac{2 \cdot 13 \cdot 19}{5 \cdot 49}$; c'est-à-dire $\frac{494}{245}$ qui est plus grand que 2.

» Remarquons qu'en général, si $p^i q^j r^k \dots$ est un nombre parfait, il faut que $\frac{p^{i+1}}{p^i(p-1)} \frac{q^{j+1}}{q^j(q-1)} \dots$, c'est-à-dire $\frac{p}{p-1} \frac{q}{q-1} \frac{r}{r-1} \dots$, soit plus grand que 2.

» Ainsi, à moins que le plus petit des éléments p, q, r, \dots ne soit plus grand que 3, on doit avoir

$$\frac{5}{4} \frac{7}{6} \frac{11}{10} \frac{13}{12} \frac{17}{16} \frac{19}{18} \dots > 2,$$

mais en ne dépassant pas 19; ce produit est moindre que 1,94963. Conséquemment le nombre des éléments, dans ce cas, doit être 7, au moins.

Puisque $1,95 \times \left(1 + \frac{1}{40}\right) < 2$, on voit immédiatement que, si un nombre parfait à 7 éléments parmi lesquels 3 ne figurent pas existe, le septième élément ne pourrait pas dépasser 37.

» Passons au cas de 3 éléments 3, q, r d'un nombre parfait impair. Puisque $\frac{3}{2} \frac{7}{6} \frac{11}{10} = \frac{231}{120} < 2$, on voit que $3^i 7^j 11^k$, et à plus forte raison $3^i p^j q^k$, où p, q sont des nombres quelconques autres que 3 ou 5, ne peut être un nombre parfait.

» Supposons donc que 3, 5, q sont les éléments d'un nombre parfait : puisque $\frac{3}{2} \frac{5}{4} \frac{17}{16} = \frac{255}{128} < 2$, on voit que q ne peut être ni 17, ni un nombre quelconque plus grand que 17. Donc $q = 11$ ou $q = 13$; car nous avons vu que 3, 5, 7 ne peuvent jamais se trouver réunis comme éléments d'un nombre parfait quelconque.

» 1^o Soient 3, 5, 13 les éléments. L'indice de 13 ne peut pas être im-

pair, car alors le nombre $f 13^{2i+1} = \frac{13^{2i+2}-1}{13-1}$ contiendrait le facteur 7, et 7 devrait être un des éléments. Il s'ensuit que $(3^{2i+1}-1)(13^{2j+1}-1)$ devrait contenir 5; mais, par rapport au module 5, une puissance impaire quelconque de 3 ou 13 est congrue à 3 ou à 2. Donc la combinaison 3, 5, 13 est inadmissible.

» 2° Soient 3, 5, 11 les éléments.

» L'indice de 5 doit être de la forme $4j+1$; mais, si $j > 0$,

$$f 5^{4j+1} = \frac{5^{4j+2}-1}{5-1}$$

contiendra les trois nombres impairs premiers entre eux $\frac{5^{2j+1}-1}{5-1}$, $\frac{5^{2j+1}+1}{5+1}$, $\frac{5+1}{2}$. Conséquemment, il y aura au moins trois autres éléments en plus de 5, ce qui est inadmissible : donc le nombre sera de la forme $3^{2i} 5^{11^{2k}}$.

» Donc $(1+5)(11^{2k+1}-1)$ doit contenir 9, ce qui est impossible; car $11^{2k+1} \equiv 2 \pmod{3}$.

» Ainsi, on voit qu'un nombre impair avec 3 éléments seulement ne peut exister.

» Quant aux nombres parfaits pairs, Euclide a démontré que $2^n f 2^n$, c'est-à-dire $2^n(2^{n+1}-1)$, est un nombre parfait pourvu que $2^{n+1}-1$ soit un nombre premier. Mais on doit à Euler la seule preuve que je connaisse de la proposition réciproque qu'il n'existe pas de nombres pairs parfaits autres que ceux d'Euclide. »

M. ALBERT GAUDRY fait hommage à l'Académie d'un Mémoire intitulé : *L'Actinodon* et montre une planche in-folio qui représente un squelette entier de cet animal, dans sa grandeur naturelle. M. Bayle, directeur de la Société lyonnaise des schistes bitumineux d'Autun, a découvert ce curieux échantillon dans le schiste permien des Télots, auprès d'Autun, et l'a donné au Muséum de Paris. M. Albert Gaudry est heureux de rendre hommage au zèle scientifique des ingénieurs d'Autun, et à leur générosité; grâce à eux, il a été possible d'entreprendre dans le Muséum des études qui jettent quelque lumière sur l'histoire des plus anciens Quadrupèdes terrestres de notre pays.

M. le général **MENABREA**, en présentant à l'Académie le prospectus d'une nouvelle édition des OEuvres de Galilée, s'exprime comme il suit :

« Dans une des séances de l'année dernière, j'ai eu l'honneur d'annoncer à l'Académie des Sciences (Institut de France) que l'Italie venait d'entreprendre, sous les auspices de S. M. le Roi Humbert I^{er}, une nouvelle édition des OEuvres de Galilée, et qu'elle ferait appel à tous les savants et particulièrement à l'Académie, pour que cette édition soit aussi complète que possible.

» La publication de cette édition, qui se fait aux frais de l'État, est confiée à M. le professeur Favaro, de l'Université de Padoue, qui me charge d'en présenter à l'Académie le prospectus ci-joint ; il m'informe que l'Ouvrage se composera d'environ vingt-cinq Volumes, qui ne seront pas mis dans le commerce ; mais, au fur et à mesure qu'ils paraîtront, ils seront offerts à l'Académie ainsi qu'aux bibliothèques publiques les plus importantes. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1888.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Grand prix des Sciences mathématiques (Perfectionner la théorie des fonctions algébriques de deux variables indépendantes). — MM. Hermite, Jordan, Darboux, Halphen, Poincaré réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bonnet et Bertrand.

Prix Bordin (Perfectionner en un point important la théorie du mouvement d'un corps solide). — MM. Lévy, Phillips, Resal, Darboux, Sarrau réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Hermite et Boussinesq.

Prix Francœur. — MM. Bertrand, Hermite, Darboux, Phillips, Poincaré réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Jordan et Halphen.

Prix Poncelet. — MM. Darboux, Hermite, Phillips, Jordan, Bertrand

réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Resal et Halphen.

Prix extraordinaire de six mille francs. — MM. Jurien de la Gravière, Paris, Bouquet de la Grye, de Jonquières, Mouchez réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Sarrau et Perrier.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

J. MOLAS adresse un Mémoire relatif à un appareil automatique destiné à prévenir les explosions du grisou.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. RIGOU adresse une Note relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. J. GIRAUD adresse, par l'entremise du Ministère de l'Instruction publique, une Note relative au système solaire.

(Renvoi à l'examen de M. Tisserand.)

CORRESPONDANCE.

M. le **SECRÉTAIRE PERPÉTUEL** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le Tome V des « Mémoires d'Anthropologie de *Paul Broca*, avec une introduction et des Notes de M. S. Pozzi ». (Présenté par M. Verneuil.)

M. le **SECRÉTAIRE PERPÉTUEL** communique à l'Académie une Lettre de M. *Monestier*, ingénieur des Ponts et Chaussées, relative à divers travaux qui doivent être exécutés sur le terrain où s'élève la pyramide géodésique de Villejuif.

La question sera soumise à l'examen d'une Commission composée de MM. Faye, Wolf, Perrier, Tisserand.

ASTRONOMIE. — *Observations faites à l'observatoire d'Alger pendant l'éclipse totale de Lune du 28 janvier 1888.* Note de M. CH. TRÉPIED, présentée par M. Mouchez.

« Les observations faites à l'observatoire d'Alger pendant l'éclipse totale de Lune du 28 janvier dernier comprennent :

- » 1° La détermination des instants des phases;
- » 2° L'étude des colorations du disque de la Lune;
- » 3° L'examen spectroscopique de la partie éclipsée du disque;
- » 4° Les occultations des étoiles contenues dans la liste préparée par l'observatoire de Poulkova dans le but d'obtenir une détermination précise du diamètre apparent de la Lune.

» A 9^h42^m , temps moyen d'Alger, l'ombre se voit nettement sur le bord du disque.

» A 9^h56^m , l'ombre est grisâtre dans ses parties intérieures, plus brune à son bord. Le bord de la Lune couvert par l'ombre est beaucoup plus brillant que les autres parties éclipsées du disque.

» A 10^h21^m , le bord éclipsé a pris une teinte rouge, qui a son maximum d'intensité dans l'angle pôle 45° .

» A $10^h43^m58^s$, commencement de la totalité. A l'œil nu, la teinte rouge cuivre est très belle; dans le télescope de $0^m,50$ le disque paraît jaune.

» A $13^h23^m20^s$, sortie de l'ombre.

» Au point de vue physique, le fait caractéristique de cette éclipse me paraît être la teinte rouge cuivre du disque. Il convient de remarquer que cette teinte n'a pas été observée dans toutes les éclipses antérieures. Ainsi, pour ne citer qu'un exemple, pendant l'éclipse totale du 4 octobre 1884, la teinte du disque m'avait paru nettement bleue. Dans cette circonstance d'ailleurs, les apparences signalées par les différents observateurs ont présenté des divergences considérables. Il sera intéressant de comparer entre elles les observations faites sous ce rapport dans la présente éclipse.

» M. Thomas, professeur de Physique à l'École des Sciences d'Alger, avait bien voulu se charger de l'examen spectroscopique de la partie éclipsée du disque, et voici les faits qu'il a observés avec un spectroscopie à un seul prisme de flint ordinaire de 60° . Immédiatement au bord de l'ombre, le violet du spectre est très affaibli, l'affaiblissement relatif du rouge est beaucoup moindre. Un peu plus avant dans l'ombre, la teinte,

vue à l'œil nu, est bleu verdâtre, le spectre se réduit à une bande commençant au voisinage de D, finissant près de F et au delà, avec un maximum très marqué vers la raie E. C'est un fait qui ne semble pas avoir été signalé dans les observations d'éclipses antérieures. D'ailleurs aucune absorption élective n'a paru digne d'être notée.

» Je donne maintenant les instants des occultations que j'ai observées au télescope de 0^m,50 d'ouverture. Il y a, en tout, 19 phénomènes : 13 émersions et 6 immersions.

	Temps moyen d'Alger.	Étoiles.
I.....	10.58.25,7 ^{h m s}	{ Même angle de position que le n° 161; gr. 9.5.
E.....	11.13.47,7	
I.....	11.19.35,0	180
I.....	11.21.13,7	176
I.....	11.23.44,7	192
I.....	11.25.20,7	193
E.....	11.30.22,8	194
E.....	11.32.15,3	267
E.....	11.32.55,8	149
E.....	11.35. 7,3	136
E.....	11.39.11,3	152
E.....	11.43. 5,8	161
E.....	11.47.34,3	144
E.....	11.51.45,8	170
I.....	11.52.39,8	148
E.....	11.58.31,3	210
E.....	12. 0.49,8	207
E.....	12. 6.52,1	156
E.....	12.27. 9,8	175
		186 (Observ. douteuse.)

» Les numéros des étoiles se rapportent à la liste préparée par l'observatoire de Poulkova. »

· ASTRONOMIE. — *Observations d'immersions et d'émersions d'étoiles, faites à l'observatoire de Bordeaux, pendant l'éclipse totale de Lune du 28 janvier 1888.* Note de M. G. RAYET, présentée par M. Mouchez.

« L'éclipse totale de Lune du 28 janvier a été observée à Bordeaux par un temps relativement favorable. L'absence de nuages a été complète, mais le ciel est toujours resté très légèrement brumeux et, avant comme

après l'éclipse, on pouvait voir autour de notre satellite un très léger halo.

» La coloration rouge cuivre, bien connue, de la Lune a été très sensible. L'astre n'a d'ailleurs jamais complètement disparu, soit à l'œil nu, soit dans les lunettes, ce qui s'explique facilement par les conditions géométriques de l'éclipse, et même les bords est et ouest de la Lune sont toujours restés inégalement éclairés.

» Adoptant le plan d'observation proposé par M. O. Struve, nous nous sommes appliqués, mes aides et moi, à observer les immersions et les émergences des étoiles du Catalogue spécial préparé à Poulkova.

» Au grand équatorial de 14 pouces, les observations ont été faites par M. G. Rayet, assisté de M. Courty, élève-astronome, et les résultats obtenus sont les suivants :

Observations à l'équatorial de 14 pouces (observateur M. G. Rayet, grossissement 140).

Étoile du Catalogue spécial de Poulkova.	Grandeur.	Temps moyen de Bordeaux.	
		Immersion.	Emergence.
		<small>h m s</small>	<small>h m s</small>
112.....	11	»	10.38.25,9
150.....	10	10.42.18,1	11.20.40,0
152.....	11	»	11.34. 6,8
153.....	10	10.43.53,9	11.26. 1,1
157.....	9,4	»	11.38.46,5
163.....	11	10.35.42,2	»
164.....	8,0	10.40.52,6	11.47.25,7
165.....	9,4	10.43.53,9	11.46.25,1
166.....	9,5	10.33.15,1	11.51.33,5
180.....	9,5	10.46.17,3	12. 5.35,2
181.....	10	10.49.46,8	»
186.....	10	11.13.30,6	»
192.....	11	11. 9.11,8	»
193.....	11	11.22.35,6	»
210.....	9,5	11.23.49,9	»

» Le phénomène de l'immersion m'a paru net, mais il est composé de deux phases : lorsque l'étoile approche beaucoup du bord de la Lune, la clarté de celle-ci fait d'abord disparaître les anneaux et les rayons de diffraction qui enveloppent toujours l'image de l'étoile et cette dernière se réduit alors à un disque lumineux (il semble que l'image de l'étoile s'amé-

liore) qui, deux ou trois minutes après, disparaît brusquement. C'est ce dernier instant que j'ai pris pour l'immersion.

» L'émer^sion est brusque, mais elle doit être observée avec un très léger retard, parce que l'observateur ne sait pas avec une exactitude parfaite en quel point précis de la Lune l'étoile doit apparaître et qu'il est toujours un peu surpris.

» La puissance optique de l'équatorial de 14 pouces m'a permis d'observer les occultations des étoiles de 11^e grandeur. Cependant les observations ont été pénibles au commencement et à la fin de la totalité et elles ont été impossibles en dehors de cette phase.

» A l'équatorial de 8 pouces, les observations faites alternativement par M. Flamme, astronome adjoint, et M. Doublet, aide-astronome, ont donné les résultats suivants :

Observations à l'équatorial de 8 pouces, grossissement 73.

Étoile du Catalogue spécial de	Poulkova.	Grandeur.	Temps moyen de Bordeaux.			
			Immersion.	Observateur.	Émer ^s ion.	Observateur.
			h m s		h m s	
153. . . .	10		»	»	11.26.37,3?	Doublet.
157. . . .	9,4		»	»	11.38.49,3	Doublet.
164. . . .	8,0		10.40.52,7	Flamme.	»	»
165. . . .	9,4		10.43.54,2	Flamme.	11.46.26,1	Doublet.
166. . . .	9,5		10.33.14,9	Flamme.	11.51.33,7	Doublet.
180. . . .	9,5		10.46.17,6	Flamme.	12. 5.34,9	Doublet.
181. . . .	10		10.49.48,3?	Flamme.	»	»

» Dans l'équatorial de 8 pouces, les observations des étoiles de 10^e ou 11^e grandeur ont été particulièrement difficiles ou même impossibles. La difficulté de ces observations explique, sans aucun doute, les différences qui existent pour l'immersion de 181 et l'émer^sion de 153 entre les résultats obtenus aux deux instruments; ces deux observations ont été notées comme douteuses par MM. Flamme et Doublet. »

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Lune du 28 janvier 1888, faite à l'observatoire de Nice (équatorial de 0^m,38 d'ouverture).* Note de M. **PERROTIN**, présentée par M. H. Faye.

« Cette éclipse a eu lieu à Nice par un très beau temps, et il m'a été possible d'observer les occultations ci-après d'étoiles appartenant, sauf

deux, au Catalogue préparé par l'observatoire de Poulkova. Huit de ces étoiles ont pu être observées à la fois à l'immersion et à l'émersion :

Numéros du Catalogue.	Temps moyen de l'observatoire.	
	Immersion.	Émersion.
	^h ^m ^s	^h ^m ^s
144	10.53.51,1	12.13.38,7
148	10.56.51,8	12.17.10,8
Anonyme	10.59.52,6	»
138	11. 1.48,1	»
137	11. 5.37,8	12.24.28,5
136	11. 6.19,6	12.26.56,3
132	11.10.15,3	12.20. 9,0
Anonyme	11.11.57,1	»
166	11.18. 9,2	12.37.41,9
164	11.26.16,8	12.34. 3,4
163	11.29.29,7	12.33. 7,8
180	11.31.19,7	»
181	11.34.36,5	»
201	12. 0.59,0	»
126	»	11.37.31,7
128	»	11.45.25,7

» A l'exception des immersions des n^{os} 144 et 138 qui présentent une plus grande incertitude, les temps estimés doivent être généralement exacts à 0^s,2 ou 0^s,3.

» La Lune n'a cessé d'être visible pendant toute la durée de l'éclipse; au moment de la totalité on voyait nettement le bord et les principaux cratères. Le bord était coloré en jaune clair, le centre était de couleur rougeâtre. »

ASTRONOMIE. — *Éphéméride de la planète* (252) *pour l'opposition de 1888.*

Note de M. CHARLOIS, présentée par M. H. Faye.

Positions vraies. Pour douze heures, temps moyen de Paris.

Dates 1888.	Ascension droite.	Déclinaison.	log Δ.	T. de l'aberr.
	^h ^m	[°] ['] ["]		^m ^s
Mars 5.....	11.28.13,68	— 4.35.39,8	0,38687	20.15 ^s
6.....	11.27.32,75	29.40,1	0,38646	20.14
7.....	11.26.51,66	23.35,3	0,38610	20.13
8.....	11.26.10,41	17.25,8	0,38579	20.12

Dates 1888.	Ascension droite. h m s	Déclinaison. ° ' "	log Δ.	T. de l'aberr. m s
Mars 9.....	11.25.29,07	11.12,0	0,38554	20.11
10.....	11.24.47,67	— 4. 4.54,0	0,38534	20.11
11.....	11.24. 6,26	— 3.58.32,2	0,38520	20.11
12.....	11.23.24,88	52. 7,0	0,38511	20.10
13.....	11.22.43,58	45.38,6	0,38507	20.10
14.....	11.22. 2,39	39. 7,3	0,38509	20.10
15.....	11.21.21,36	32.33,6	0,38516	20.11
16.....	11.20.40,54	25.57,8	0,38529	20.11
17.....	11.19.59,96	19.20,1	0,38547	20.11
18.....	11.19.19,68	12.41,0	0,38570	20.12
19.....	11.18.39,76	— 3. 6. 0,8	0,38598	20.13

Opposition, le 12 mars. Grandeur 13,4.

» La correction de notre éphéméride, le 17 janvier 1888, était :

$$\Delta\alpha = + 1^s, 40, \quad \Delta\delta = - 4'', 6.$$

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Distribution de l'électricité induite par des charges fixes sur une surface fermée convexe.* Note de M. G. ROBIN, présentée par M. Darboux.

« 1. Dans une Communication antérieure ⁽¹⁾, j'ai montré que, si sur une surface fermée convexe (dépourvue de toute singularité) on répartit une couche simple de densité finie *quelconque* f , les intégrales

$$(1) \quad f_1 = \frac{1}{2\pi} \int_{\sigma} \frac{f \cos \varphi}{r^2} d\sigma, \quad f_2 = \frac{1}{2\pi} \int_{\sigma} \frac{f_1 \cos \varphi}{r^2} d\sigma, \quad \dots,$$

où r désigne le rayon vecteur qui va d'un point de la surface aux divers éléments $d\sigma$, et φ l'angle de ce rayon vecteur avec la normale intérieure en ce point, tendent vers la valeur de la densité de la couche électrique en équilibre d'elle-même sur σ .

» La charge du conducteur peut s'obtenir par une seule quadrature; car, en multipliant par $d\sigma$ les deux membres de la relation qui définit f_1 et en intégrant sur toute la surface, on aura

$$\int_{\sigma} f_1 d\sigma = \frac{1}{2\pi} \int_{\sigma} f d\sigma \int_{\sigma} \frac{\cos \varphi}{r^2} d\sigma.$$

(1) *Comptes rendus*, t. CIV, 1887, p. 1834.

Or $\frac{\cos \varphi}{r^2} d\sigma$ est ici l'angle solide sous lequel d'un point de la surface on voit l'élément $d\sigma$; donc $\int_{\sigma} \frac{\cos \varphi}{r^2} d\sigma = 2\pi$. Il en résulte

$$(2) \quad \int_{\sigma} f d\sigma = \int_{\sigma} f_1 d\sigma = \dots = \int_{\sigma} f_n d\sigma = M \int_{\sigma} e d\sigma,$$

e désignant la densité électrique correspondant à la charge 1 et M une constante. On conclut de là que

$$(3) \quad M = \int_{\sigma} f d\sigma$$

représente la charge cherchée.

» 2. Supposons que le conducteur convexe σ soit soumis à l'influence de charges fixes *extérieures*. Soit f la composante normale (comptée positivement dans le sens de la normale extérieure) des actions connues que ces charges exercent en un point de la surface. La densité ε en ce point est donnée par l'équation fonctionnelle (1)

$$(4) \quad 2\pi\varepsilon = f + \int_{\sigma} \frac{\varepsilon \cos \varphi}{r^2} d\sigma.$$

» On satisfait à cette équation par la série

$$(5) \quad \varepsilon = \frac{1}{2\pi} (f + f_1 + f_2 + \dots),$$

comme on le voit tout de suite en se reportant à la définition (1) de f_1, f_2, \dots . Cette série est convergente; car la condition nécessaire $\int_{\sigma} f d\sigma = 0$ entraîne, à cause des équations (2), $\int_{\sigma} f_n d\sigma = 0$; et, comme $\lim f_n$ doit avoir le même signe en tous les points de σ , il faut que f_n tende vers zéro. De là et des principes établis dans la Note précédente, il résulte immédiatement que la série (5) a ses termes inférieurs à ceux d'une progression géométrique décroissante. Quant à la charge induite $\int_{\sigma} \varepsilon d\sigma$, on voit qu'elle est nulle.

» Si les charges inductrices sont *intérieures* à la surface conductrice σ , la

(1) *Annales de l'École Normale* (Supplément), 1886.

densité électrique est fournie par l'équation

$$(6) \quad 2\pi\varepsilon = f - \int_{\sigma} \frac{\varepsilon \cos \varphi}{r^2} d\sigma,$$

où f , action normale des charges fixes, est comptée positivement vers l'intérieur.

» On constate aisément qu'on satisfait à cette équation par la série convergente

$$(7) \quad \varepsilon = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{2\pi} (f - f_1 + f_2 - f_3 + \dots \pm f_n \mp \frac{1}{2}f_{n+1}).$$

» Pour calculer la charge induite $\int_{\sigma} \varepsilon d\sigma$, nous remarquerons que, en vertu des relations (2), son expression se réduit, suivant la parité de n , à

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{2\pi} \left(\int_{\sigma} f_n d\sigma - \frac{1}{2} \int_{\sigma} f_{n+1} d\sigma \right)$$

ou à

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{4\pi} \int_{\sigma} f_{n+1} d\sigma,$$

c'est-à-dire, en vertu des mêmes relations, à $\frac{1}{4\pi} \int_{\sigma} f d\sigma$, quantité qui, d'après une propriété connue, est égale et de signe contraire à la somme des charges inductrices.

» 3. Ce qui précède nous donne la solution immédiate de ce problème : *Déterminer une fonction V continue, ainsi que ses dérivées premières, dans l'espace intérieur à une surface fermée convexe σ , satisfaisant dans cet espace à l'équation $\Delta V = 0$, et dont la dérivée suivant la normale intérieure est assujettie à prendre en chaque point de σ une valeur donnée f .*

» A une constante additive près, cette fonction V est identique au potentiel, changé de signe, d'une couche simple de densité ε , répartie sur σ , qui exercerait aux points intérieurs infiniment voisins de σ une action normale égale à f (action comptée positivement suivant la normale intérieure). On aura donc

$$(8) \quad V = - \int_{\sigma} \frac{\varepsilon}{r} d\sigma + \text{const.},$$

ε ayant la valeur (5).

» Le problème *extérieur* corrélatif se résout par la même formule, ε

ayant alors la valeur (7) et f désignant la dérivée suivant la normale extérieure.

» La solution précédente prouve l'existence d'une fonction V réalisant les conditions énoncées, pourvu seulement qu'on admette la possibilité d'un équilibre électrique *spontané*, possibilité rigoureusement démontrée par divers géomètres.

» On pourra rapprocher cette solution de celle que Carl Neumann a donnée pour le cas où la fonction V est déterminée par ses valeurs à la surface (*Untersuchungen über das logarithmische und Newton'sche Potential*). »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Déformations permanentes et Thermodynamique*. Note de M. MARCEL BRILLOUIN, présentée par M. Mascart.

« On n'a étudié jusqu'à présent, en Thermodynamique, que les corps qui, soumis après une série de transformations à la même température et aux mêmes forces qu'au début, reprennent complètement leur forme initiale. Dans le cas simple où il n'y a qu'une seule variable géométrique x , définissant par exemple la longueur d'une tige, et une variable mécanique X , tension appliquée à la tige, on suppose qu'il existe une relation finie, $f(x, X, t) = 0$, entre ces deux éléments et la température. Cette hypothèse, que l'expérience justifie quand il s'agit du volume et de la pression des fluides, n'est pas absolument conforme à l'observation dans le cas que je viens de rappeler. On sait que les solides soumis à des actions quelconques mécaniques ou physiques ne reprennent presque jamais rigoureusement leurs propriétés initiales, et présentent ce qu'on appelle des altérations permanentes de ces propriétés, déformation permanente, aimantation permanente, électrisation permanente, etc. Le classement et l'interprétation des très nombreux documents expérimentaux accumulés sur ces sujets ont présenté jusqu'ici des difficultés telles qu'on se borne à énumérer les résultats, sans en tirer aucune relation générale. Je me propose de montrer pourquoi on ne peut tirer aucun parti de la plupart des expériences faites jusqu'ici; comment il faut faire ces expériences; comment les principes de la Thermodynamique peuvent être appliqués à toutes les transformations lentes de la plupart de ces corps, pourvu que chacun des états intermédiaires soit un état d'équilibre possible. Je laisse de côté tous les corps qui cèdent indéfiniment à l'action d'une force, et pour les

autres je ne m'occupe pas des déformations rapides dans lesquelles interviennent des frottements internes, fonctions de la vitesse.

» 1. *Pour la plupart des solides élastiques, il n'existe pas de relation finie entre la température t , la variable mécanique X et la variable géométrique x .*

» Toutes les valeurs de x comprises entre deux limites peuvent correspondre au même système de valeurs t, X ; cela dépend des charges auxquelles on a soumis le corps dans l'intervalle, ou, plus exactement, de tous les états intermédiaires du corps. En conséquence, *toute série d'expériences dans laquelle on n'a noté que l'état initial et l'état final, sans prendre aucune précaution pour les états intermédiaires, ne fournit que des données incomplètes.*

» *Ex. I.* — Dans toutes les recherches expérimentales sur les déformations isothermes et sur l'aimantation isotherme, on s'est borné à mettre le corps dans une enceinte à température constante, ce qui assure seulement une température finale égale à la température initiale, mais nullement une température du corps *invariable* pendant toute la durée de l'expérience. Dans les expériences relatives à l'allongement d'une tige, par exemple, l'application d'une charge sans choc, mais en un temps très court, produit d'abord une déformation adiabatique. La température du corps s'écarte brusquement de quelques dixièmes de degré de la température de l'enceinte et n'y revient qu'avec une extrême lenteur. C'est seulement à la fin de cette période, dont la durée dépend de la construction de l'appareil, que la déformation est complète. La série des transformations se compose d'une déformation adiabatique suivie d'une dilatation sous charge constante, et n'équivaut pas à une déformation isotherme. La suppression de la charge se fait ordinairement de la même manière; dans le retour à la température t sous la charge initiale, la nouvelle série de transformations diffère dans la première. La représentation dans un plan X, t ne se compose pas de la même ligne parcourue d'abord en un sens, puis en sens contraire, mais d'un quadrilatère curviligne fermé enveloppant une surface finie. Aussi la longueur finale de la tige diffère-t-elle de la longueur initiale. Il y a une *déformation résiduelle*.

» *Ex. II.* — Les métaux homogènes et le verre lui-même, soumis, sous forme de barres non chargées, à des variations de température extrêmement étendues, reviennent rigoureusement à leur longueur initiale. La série des transformations est la même pendant l'échauffement et le refroidissement. Dès que cette condition n'est plus remplie, il y a une déformation résiduelle; c'est ce qui arrive pour le thermomètre à mercure par

suite du faible retard de température du mercure sur le verre dû à la conductibilité insuffisante du verre. Je reviendrai plus tard sur ce déplacement du zéro et sur le mode de correction à apporter aux lectures thermométriques eu égard à cette déformation.

» 2. *Pour la plupart des corps solides, il existe une équation linéaire aux différentielles totales entre la température t , la variable mécanique X et la variable géométrique x ; plus exactement, il existe autant d'équations de ce genre qu'il y a de variables géométriques indépendantes.* Deux variables indépendantes ne suffisent plus à définir l'état du corps; les trois t , X , x , ou les $2n + 1$, t , $X_1, \dots, X_n, x_1, \dots, x_n$, sont nécessaires, et je suppose que pour la plupart des solides elles sont suffisantes.

» *Quelles que soient les déformations qu'ait subies le solide sans cesser d'être homogène, ses coefficients de dilatation thermique et d'élasticité reprennent la même valeur quand le solide revient au même état défini par les $2n + 1$ variables $t, X_1, \dots, X_n, x_1, \dots, x_n$.*

» Cette hypothèse est, je crois, d'accord avec ce que nous savons des solides élastiques non pâteux; il n'est pas douteux qu'elle s'applique exactement à un assez grand nombre de corps; elle est accessible à l'expérience; elle est la plus simple que l'on puisse faire pour ce genre de corps. Il me paraît donc important, avant de recourir à d'autres plus compliquées, d'examiner toutes ses conséquences théoriques et de la soumettre à un contrôle expérimental rigoureux.

» Je me propose d'indiquer prochainement les résultats théoriques de cette étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une des bases extraites par M. Morin des liquides ayant subi la fermentation alcoolique.* Note de M. TANRET, présentée par M. Berthelot.

« Parmi les bases dont M. Morin a constaté la présence dans les produits de la fermentation alcoolique, il en est une qu'il vient d'étudier et à laquelle il assigne la formule $C^7H^{10}Az^2$ ⁽¹⁾. A ce propos, je demande à l'Académie la permission de rappeler que, au mois de juin 1885 ⁽²⁾, j'ai fait connaître que, par l'action sur le glucose de l'ammoniaque libre ou des

⁽¹⁾ $C = 12$.

⁽²⁾ *Comptes rendus*, t. C, p. 1540.

sels ammoniacaux à acides organiques, il se forme des bases volatiles que j'ai appelées *glucosines*. Or la base de M. Morin, par sa formule et ses principales propriétés, répond précisément à la glucosine β $C^{14}H^{10}Az^2$ (1).

» J'ajouterai que M. Dujardin-Beaumetz, qui étudia alors les propriétés physiologiques des glucosines, ne les avait trouvées que faiblement toxiques. »

PHYSIOLOGIE. — *Influence de l'alimentation, chez l'homme, sur la fixation et l'élimination du carbone.* Note de MM. M. HANRIOT et CH. RICHEL, présentée par M. A. Richet.

« Nous avons étudié par notre méthode décrite précédemment (2) l'influence de l'alimentation sur les échanges gazeux respiratoires chez l'homme. Le même individu a été soumis à un régime alimentaire régulier. Du 15 mars au 1^{er} avril, deux fois par jour, un repas ainsi composé :

Aliments.	Poids de l'aliment.	Poids	
		du carbone contenu.	de l'azote contenu.
	gr	gr	gr
Pain	250	27,10	2,7
Pommes de terre	250	25	0,7
Viande de bœuf	200	25,40	6,0
Fromage	25	11,20	0,7
Beurre	25	18,75	»
Sucre	25	10,50	»
Vin	330	16,50	»
Café	250	»	»
Eau	660	»	»
Total	2015	134,45	10,1

» L'individu soumis à ce régime a augmenté, en ces quinze jours, de 4^{kg},500, soit de 300^{gr} par jour (de 47^{kg},500 à 52^{kg}).

» Les quantités de CO² produites à jeun pendant toute période ont été assez régulièrement de 762^{gr} de CO² par vingt-quatre heures, ré-

(1) C = 6.

(2) Voir *Comptes rendus*, 1887, t. CIV, p. 435, 1327 et 1865, et t. CV, p. 76.

C. R., 1888, 1^{er} Semestre. (T. CVI, N° 6.)

pendant à une expiration de 208^{gr} de carbone à l'état d'acide carbonique. Or, comme il ingérait 268^{gr},9 de carbone, cela équivalait à une fixation de 60^{gr},9 de carbone. Mais il faut déduire de ces 60^{gr},9 le carbone éliminé à l'état d'urée, qui a été dosée et qui était en moyenne de 6^{gr}, et le carbone éliminé par les matières fécales (qui n'a pas été dosé). Nous pouvons évaluer à 30^{gr} le carbone des matières fécales. Cela fait donc un excès de 25^{gr} de carbone, excès qui répond bien à l'augmentation de poids constatée, puisque, d'après les données classiques, sur 300^{gr} de nos tissus, il y a à peu près 25^{gr} de carbone (pour 250^{gr} d'eau) (1).

» Dans une période suivante, l'alimentation, moins abondante, se composait d'aliments contenant 230^{gr} de carbone. Dans ce cas, le carbone éliminé par la respiration à l'état d'acide carbonique était de 190^{gr}. L'individu n'a pas augmenté de poids; et nous retrouvons le même déficit de 36^{gr} à 40^{gr} de carbone éliminé par les matières fécales et par l'urine.

» Quand on analyse les gaz de la respiration chez un individu à jeun et immobile, on trouve à peu près constamment la même proportion centésimale de O absorbé et de CO² expiré. Ce fait, très régulier, indique bien que la ventilation se règle automatiquement par l'innervation bulbaire, selon la teneur du sang en gaz acide carbonique à éliminer ou oxygène à absorber.

» L'exemple suivant donnera à peu près l'état normal moyen, chez un homme de 50^{kg}, immobile et à jeun, à une température moyenne de 13° :

Heures.	Ventilation (en litres) par heure.	O ² (en litres) par heure.	CO ² (en litres) par heure.	Rapport de $\frac{\text{CO}^2}{\text{O}^2}$.	Proportion centésimale	
					de CO ² .	de O ² .
h m						
2. 0.....	»	»	»	»	»	»
2.30.....	401	17,0	13,1	0,77	3,2	4,2
3. 0.....	407	16,0	13,3	0,83	3,2	3,9
4. 0.....	427	18,2	13,55	0,75	3,2	4,2
Total...	415	17,5	13,25	0,76	3,2	4,2

» Mais ces chiffres changent par le fait de la digestion. A l'état de jeûne,

(1) La quantité d'azote total éliminé par l'urine, dosée directement, a été de 12^{gr},5 en moyenne, par vingt-quatre heures. En supposant que les fèces ne contenaient pas d'azote, cela fait une fixation, par vingt-quatre heures, de 7^{gr} d'azote, ce qui répond à peu près à une fixation de 25^{gr} de carbone; le rapport de l'azote au carbone dans les tissus étant sensiblement de 25^{gr} d'azote pour 100^{gr} de carbone.

le rapport entre l'acide carbonique et l'oxygène est de 0,70 à 0,85 environ, tandis que, pendant la digestion, ce rapport s'élève. Autrement dit, l'oxygène absorbé augmente, l'acide carbonique éliminé augmente un peu plus que l'oxygène, et la ventilation augmente aussi, mais un peu moins; de manière que les proportions centésimales ne varient que peu.

» Pour onze expériences, faites de 1^h à 5^h après le repas, nous eûmes :

Ventilation.	O ² .	CO ² .	Rapport.	CO ² %.	O %.
480	18,9	16,8	0,89	3,50	3,95

» Voici le détail d'une expérience concluante :

Heures.	Ventilation.	O ² .	CO ² .	CO ² %.	O %.	Rapport.
De 12 ^h 30 ^m à 2 ^h ...	409	17,4	15,3	3,7	4,2	0,87

Déjeuner de 2^h 30^m à 3^h 10^m.

h m	»	»	»	»	»	»
3.20.....	»	»	»	»	»	»
3.26.....	435	22,5 ⁽¹⁾	15,5	3,5		
3.32.....	480	18,75	16	3,3		
3.38.....	470	22,5	16,5	3,5	3,9	0,85
3.44.....	500	14,25	16,75	3,3		
3.59.....	492	18,10	15,40	3,2		
4. 5.....	520	16,75	17,25	3,3		
4.11.....	520	19,25	18,25	3,5		
4.17.....	530	19,25	16,55	3,1	3,9	0,86
4.23.....	530	22,50	18,25	3,4		
4.29.....	510	19	18	3,6		
4.35.....	510	17,50	18,50	3,6	3,9	0,92
4.47.....	540	22,25	20,75	3,8		
5. 2.....	544	25,60	20,60	3,8	3,9	0,96
5.14.....	600	18	21,20	3,5		

» Telle est l'influence des repas mixtes, où il y a des aliments azotés,

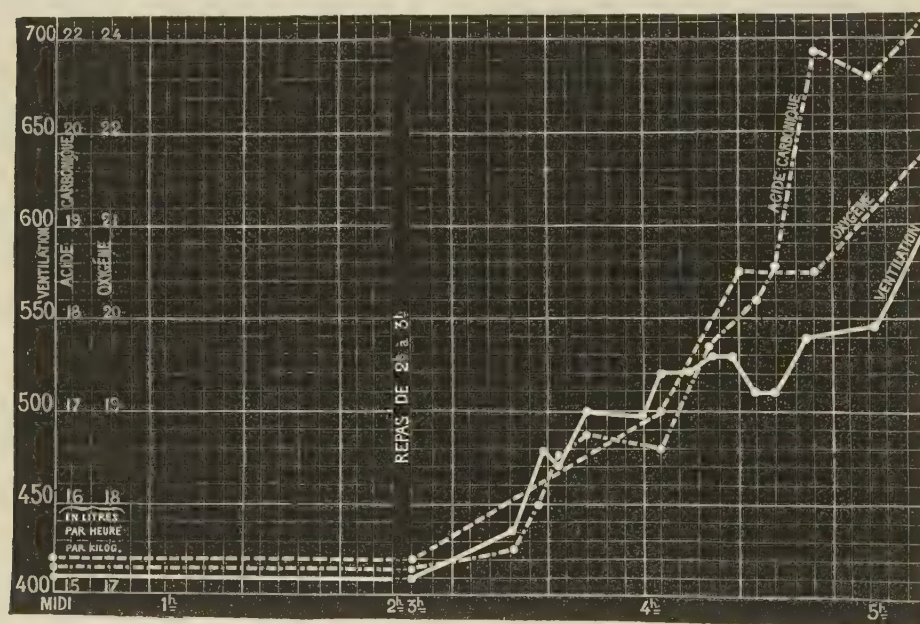
(¹) Nous donnons ici les chiffres relatifs à l'oxygène, quoique notre méthode ne se prête pas au dosage de l'oxygène pour des périodes de quelques minutes. En effet, pour que le chiffre fût absolument exact, il serait nécessaire que les expirations et les inspirations eussent une régularité qu'elles ne peuvent pas avoir. En faisant les mesures au début de l'inspiration, on arrive cependant à une certaine régularité; mais on voit que, si l'oxygène dosé de six minutes en six minutes est assez irrégulier, il n'en va pas de même pour l'acide carbonique, dont l'accroissement est parfaitement régulier.

gras et féculents (¹). Nous donnerons bientôt les expériences, où nous avons pu dissocier cette influence des divers aliments (²).

ZOOLOGIE. — *Sur la spermatogénèse chez les Aplysies*. Note de M. ÉDOUARD ROBERT, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les Aplysies (*A. depilans* et *A. fasciata*) sont extrêmement abondantes à Cette. Au cours de travaux entrepris et poursuivis depuis plus de

(¹) Le graphique ci-joint montre bien cette influence des repas mixtes. On voit croître en même temps la ventilation, l'acide carbonique produit et l'oxygène absorbé, de sorte que les proportions centésimales des gaz contenus dans l'air expiré ne se mo-



difient que peu. Il est intéressant de suivre la marche de ce phénomène et de constater que cette activité maximum des échanges chimiques a lieu de trois à quatre heures après l'ingestion des aliments.

(²) On doit tenir compte de l'état d'activité ou de repos musculaire. Les chiffres que nous donnons n'ont trait qu'à l'état de veille et sur l'individu assis, et sont, par conséquent, toujours un peu forts, quand on les rapporte à la totalité des vingt-quatre heures. En outre, il semble qu'en hiver les échanges sont plus actifs qu'en été.

deux ans, à la station zoologique du professeur Armand Sabatier, sur la reproduction et le développement de ces animaux, j'ai eu l'occasion d'examiner souvent, et de fort près, la genèse de leurs éléments reproducteurs.

» Ces observations m'ont permis de suivre deux processus différents de spermatogénèse. Quelques auteurs ayant déjà signalé des faits analogues chez des Gastéropodes pulmonés ou prosobranches, je crois bien faire en ajoutant aux leurs mes constatations chez des Opisthobranches. Les deux processus débutent de la même façon.

» Les acini de la glande hermaphrodite renferment à la fois des ovules femelles parfaitement caractérisés et des spermatoblastes très nombreux et de taille bien plus petite. Ces derniers se présentent sous forme de cellules sphériques, plus ou moins étroitement accolées les unes aux autres. Le noyau est volumineux, sphérique, très dense et d'une affinité remarquable pour les réactifs chromatiques; le protoplasma, au contraire, est clair, presque homogène, et se colore à peine. Avec les colorants nucléaires généralement employés, on peut obtenir des élections remarquables.

» Ces spermatoblastes se multiplient par division; on trouve parfois des figures karyokinétiques très belles.

» Tous ces spermatoblastes ne se comportent pas de la même façon.

» Dans le premier processus, qui semble être le plus fréquent et le plus normal, le noyau de ces cellules, se fragmentant en un certain nombre de parties, prend une apparence mamelonnée et framboisée. Ces fragments de chromatine s'étirent, s'amincissent et s'allongent tout en s'enroulant en forme de filaments spirales. Le noyau grandit en même temps de plus en plus, et ces filaments spirales, qui ne sont autre chose que des têtes de spermatozoïdes, s'écartent les uns des autres. Avec de bons objectifs à immersion et un éclairage aussi favorable que possible, on finit par voir très distinctement ces filaments de chromatine enroulés dans le noyau. Ils sont colorés, et cela d'une façon intense dans les bonnes préparations, au milieu du protoplasma nucléaire presque incolore. Le noyau conserve toujours ses contours très nets et, à mesure qu'il grandit, il semble absorber le protoplasma qui l'entoure et qui se réduit ainsi à une zone de plus en plus mince.

» Au terme de sa maturité, le spermatoblaste est donc réduit à son noyau; son protoplasma a été résorbé par celui-ci. La nucléine s'est partagée en un nombre assez grand de filaments enroulés en spirales dont chacun est une tête de spermatozoïde. Ce noyau spermatoblastique semble

alors se rompre, les têtes de spermatozoïdes sortent et sont mises en liberté ; elles ont exactement l'apparence de gros vibrions. On rencontre à l'état de liberté, dans la cavité des acini et des canaux excréteurs, tout à la fois des spermatoblastes non encore rompus et des spermatozoïdes libres.

» Toutes les observations que j'ai faites me portent à croire que la queue des spermatozoïdes se forme par l'allongement en filament caudal d'une portion du protoplasma spermatoblastique emporté par le filament céphalique de chromatine.

» Dans le second processus que j'ai observé, la cellule spermatoblastique, au lieu de donner un certain nombre de spermatozoïdes, n'en produit qu'un seul. Le noyau, au lieu de se partager en masses distinctes, s'allonge d'abord par une de ses extrémités et prend la forme d'une virgule fortement incurvée, puis par l'autre, et présente alors une apparence fusiforme contournée ; enfin le milieu s'amincit et s'allonge à son tour et le noyau prend une forme de plus en plus fine, longue et effilée. Cet allongement ne se fait pas en ligne droite, mais en spirale, de façon que la tête de spermatozoïde résultant de ce processus a aussi, comme dans l'autre cas, une figure vibrionienne.

» La queue du spermatozoïde se forme ici, plus visiblement encore que plus haut, aux dépens du protoplasma spermatoblastique ; il me semble même que ce protoplasma, bien souvent, sinon toujours, commence par s'allonger et entraîne, pour ainsi dire, le noyau dans sa déformation. Les prétendus pseudopodes amœboïdes des spermatoblastes ne seraient que les premiers stades de cet allongement du protoplasma en queue de spermatozoïde.

» Il ne m'est pas encore possible d'affirmer que dans le sperme se trouvent deux variétés distinctes de spermatozoïdes correspondant à ces deux processus de spermatogénèse. En tous cas, si des différences existent, elles sont bien peu considérables chez les spermatozoïdes adultes. Ces deux modes de spermatogénèse, qui ont même point de départ et même point d'arrivée, peuvent se ramener d'ailleurs facilement l'un à l'autre. Dans l'un comme dans l'autre, la tête du spermatozoïde est formée par la nucléine, la queue par le protoplasma du spermatoblaste ; seulement, dans le premier cas, la tête du spermatozoïde ne représente qu'une partie du noyau, dans le second le noyau tout entier. Il y a pour ainsi dire dans le spermatoblaste deux tendances simultanées : l'une qui provoque la division du noyau, l'autre qui provoque son organisation en spermatozoïdes. Dans

le premier cas, l'organisation de la chromatine en têtes de spermatozoïdes s'opère après que la division du noyau en parties distinctes s'est produite; dans le second cas, au contraire, cette organisation commence avant que le noyau ait eu le temps de se fragmenter et, par conséquent, elle l'intéresse tout entier.

» Il résulterait de ce qui précède que tous les spermatozoïdes n'auraient pas la même valeur morphologique : les uns correspondraient à une portion de noyau, les autres à un noyau tout entier. Cela n'a, à mon avis, qu'une très mince importance, puisque les spermatoblastes sont susceptibles de se diviser un nombre indéterminé de fois avant de s'organiser en spermatozoïdes. Il m'a d'ailleurs semblé que cette division était poussée plus loin dans le second cas que dans le premier. Il y aurait alors division du noyau, tantôt directement en têtes de spermatozoïdes, tantôt en nouveaux noyaux qui, s'entourant de protoplasma, s'individualiseraient en cellules distinctes avant de subir leur transformation en spermatozoïdes.

» Les faits précédents seront prochainement exposés en détail, avec planches à l'appui, dans un Mémoire qui est en préparation ('). »

ANATOMIE ANIMALE. — *De la présence des muscles striés chez les Mollusques.*

Note de M. **RAPHAEL BLANCHARD**, présentée par M. Ranvier.

« Dans la Note que M. Hermann Fol a consacrée à l'étude des muscles des Mollusques, cet auteur assure s'être convaincu, en « ne négligeant aucune des méthodes employées par ses prédécesseurs », que « la véritable striation transversale (de la fibre musculaire) n'existe chez aucun Mollusque ». Ou je me trompe fort, ou M. Fol n'a pas suivi fidèlement les méthodes, d'ailleurs très simples, que j'ai indiquées dans la Note à

(¹) Cette Note était déjà rédigée quand j'ai pu prendre connaissance de la Communication faite la semaine dernière à l'Académie par M. Kœhler, de Nancy. Les faits qu'il annonce sont de même nature que ceux qui font l'objet de cette Note, mais il m'est impossible de ne pas faire toutes mes réserves sur l'hypothèse qu'il propose pour expliquer l'existence de deux formes spéciales de spermatozoïdes chez les Mollusques. Je me propose, d'ailleurs, de la discuter dans une prochaine Communication.

laquelle il fait allusion ⁽¹⁾; sans cela, il n'eût pas manqué d'observer ce que j'ai décrit et il fût sans doute arrivé à d'autres conclusions. J'ajoute qu'à l'époque où ma Note a été publiée M. le professeur Ranvier a bien voulu examiner mes préparations et a facilement reconnu la justesse de mon interprétation.

» Voici ce que j'écrivais alors :

» Le muscle adducteur d'un *Pecten*, spécialement du *Pecten jacobæus*, qui a surtout fixé notre attention, est composé de deux parties bien distinctes, séparées l'une de l'autre par une cloison conjonctive dépendant de la gaine du muscle. Ces deux parties sont de grosseur inégale; la plus petite, blanche, nacrée, resplendissante, est uniquement composée de fibres musculaires lisses; la plus grosse, terne et grisâtre, est formée de fibres musculaires striées.

» En plaçant un bouchon entre les valves d'un *Pecten* vivant, il sera très facile de fixer dans l'extension son muscle adducteur. Un fragment de muscle strié, dissocié et coloré au carmin ou à l'hématoxyline, montrera d'intéressants détails de structure.

» Ce muscle, de même que celui de l'aile de l'*Hydrophile*, est constitué par la juxtaposition d'un nombre considérable de fibrilles très délicates, parallèles entre elles, et qui ne sont point réunies en faisceaux entourés de sarcolemme. On ne trouve point toutefois, entre les différentes fibrilles, de la matière granuleuse, comme il y en a dans les muscles de l'aile des Insectes et dans le muscle vibrant du Homard.

» Chaque fibrille va d'une valve à l'autre et est, par conséquent, aussi longue que le muscle lui-même. A un faible grossissement, la fibrille se montre déjà très nettement striée en travers; mais, si on l'examine à un grossissement de 500 à 600 diamètres, on distingue alors la striation transversale avec la dernière netteté. On constate qu'elle ne diffère pas essentiellement, quant à sa structure, de celle qui s'observe sur le muscle de l'aile de l'*Hydrophile*. On retrouve là l'alternance bien connue des « disques épais » avec les « espaces clairs » que traverse en leur milieu le « disque mince ».

» Sur certaines fibrilles provenant de muscles fixés par l'acide chromique, on voit déjà le disque épais divisé en deux par un espace clair central, absolument comme chez l'*Hydrophile*; ce dernier détail de structure s'observe bien plus facilement et d'une façon plus constante sur des muscles fixés par l'alcool dilué.

» Ici encore, les espaces clairs ne se colorent pas, tandis que les disques épais et les disques minces se colorent fortement par le carmin et fixent surtout énergiquement l'hématoxyline.

» Si l'on examine à la lumière polarisée ce muscle frais et non encore coloré, on observe les phénomènes décrits par Brücke pour les muscles des Vertébrés : les

(¹) R. BLANCHARD, *Note sur la présence des muscles striés chez les Mollusques acéphales monomyaires* (*Revue internationale des Sciences biologiques*, t. V, p. 356; 1880).

disques épais et les disques minces sont biréfringents, tandis que les espaces clairs sont monoréfringents : il y a donc lieu d'établir ici encore une distinction entre une substance isotrope et une substance anisotrope, et ce caractère rapproche encore davantage le muscle strié du *Pecten* de celui de l'*Hydrophile*.

» Mais un caractère qui, en revanche, distingue l'une de l'autre ces deux sortes de muscles, c'est la présence, sur chaque fibrille musculaire du *Pecten*, d'un gros noyau allongé, ovoïde, qui saille fortement à sa surface. Ce noyau se colore par le carmin et par l'hématoxyline et renferme un protoplasma granuleux. Il est placé en un point variable de la longueur de la fibrille. Je n'ai jamais vu une même fibrille posséder deux noyaux, mais je n'ai jamais vu non plus aucune fibrille en être dépourvue.

» Pour achever de décrire rapidement la fibrille qui est l'élément constitutif du muscle strié du *Pecten*, il me reste à indiquer quelles sont les dimensions de cette fibrille et de son noyau. La longueur de la fibrille, je l'ai déjà dit, est la longueur du muscle lui-même. La largeur, très variable, est en général plus considérable que celle de la fibrille de l'*Hydrophile* : elle est en moyenne de 10 μ , mais elle peut être beaucoup plus considérable, et il n'est pas rare de la voir atteindre jusqu'à 20 μ . Les dimensions du noyau sont également assez variables ; sa longueur moyenne est de 10 à 12 μ , sa largeur de 4 à 5 μ .

» J'avais, moi aussi, reconnu l'erreur commise par Reichert, Schwalbe et Margo, et j'en avais fait la critique. J'étais ainsi autorisé à écrire encore cette phrase :

» Si donc, pour les motifs que j'ai exposés au début de cette Note, on fait table rase des opinions émises jusqu'à ce jour sur la situation des muscles des Mollusques, on se trouve ici en face de la première observation indiscutable de muscle strié chez les Mollusques acéphales.

» J'ajoutais encore :

» Le muscle strié du *Pecten* devra désormais être préféré à celui de l'aile de l'*Hydrophile*, par quiconque voudra étudier la striation. À cela plusieurs avantages : d'abord, on est toujours sûr de fixer à volonté le muscle soit étendu, soit contracté ; en second lieu, les fibrilles sont plus grosses et plus facilement isolables que chez l'*Insecte* ; enfin, on ne trouve point entre elles cette substance granuleuse si abondante chez l'*Hydrophile* et qui, en raison même de son abondance, rend la préparation mal-propre.

» Aujourd'hui, je n'ai rien à modifier à cette description, faite il y a huit ans ; je revendique la responsabilité de l'observation dont M. Fol conteste l'exactitude. J'ai l'espoir que, modifiant ses conclusions, il voudra conclure que *la véritable striation transversale existe chez quelques Mollusques* ⁽¹⁾. »

(1) Outre une portion du muscle adducteur du *Pecten jacobæus*, on en trouvera un autre exemple dans le muscle rétracteur de la masse buccale de l'*Haliotide*.

GÉOLOGIE. — *Sur les modifications endomorphes des massifs granitiques du Morbihan.* Note de M. CHARLES BARROIS, présentée par M. Fouqué.

« Les grands massifs granitiques qui traversent le département du Morbihan, dans toute sa longueur, sur des centaines de kilomètres carrés, fournissent de remarquables exemples de *modifications endomorphiques* et de *transformations mécaniques* des granulites, qui méritent de fixer l'attention. Ces massifs, dont nous avons fait une étude détaillée, sont au nombre de trois principaux : celui de Guéméné, celui de Saint-Jean Brevelay, et celui de Grandchamp. Nous indiquerons d'abord la composition de la roche qui forme la partie centrale de ces massifs, et nous décrirons ensuite celles qui se sont développées vers leurs salbandes.

» La roche qui constitue essentiellement ces massifs est une granulite massive (granite proprement dit des auteurs), à grains de 1^{cm} à 0^{cm},5. Elle présente la composition typique suivante :

» I. Zircon, apatite, mica noir, oligoclase, orthose, quartz.

» II. Orthose, microcline, quartz, tourmaline, mica blanc.

» Cette granulite conserve des caractères d'une grande uniformité dans les divers massifs considérés, mais présente, vers leurs limites, des variations assez étendues pour qu'il soit intéressant de les envisager successivement.

» Le *massif de Guéméné*, qui s'étend de Pontivy à Scaër et Baud, avec une superficie approximative de 1000^{km²}, est entouré d'une série d'îlots, de granulite à grains très fins, riche en oligoclase, quartz et en mica blanc (aplite). Ces îlots sont tantôt isolés au bord du massif, ou passent graduellement à la granulite grenue du massif, dont ils forment la bordure. Leur ensemble dessine une couronne, que l'on peut suivre sur trois côtés du massif, sur ses flancs *ouest*, *nord* et *est*; elle fait défaut sur le flanc *sud*, où l'aplite est remplacée par une roche feuilletée, glanduleuse, gneissique, désignée sur nos Cartes de Bretagne sous le nom de *granulite schisteuse*. Son épaisseur dépasse 1000^m.

» Le *massif de Saint-Jean Brevelay* s'étend de Locminé à la Villeder, avec une superficie approximative de 200^{km²}. La roche qui constitue le centre du massif est la même que celle du massif précédent; sur les flancs *ouest*, *nord* et *est*, on observe de même des *aprites*; sur son flanc *sud*, affleurent des *granulites schisteuses*. La ceinture aplitique de ce massif est peu épaisse,

en forme de chapelet à grains irréguliers; la granulite schisteuse du sud présente de grandes variétés, étant fine ou grossière, blanche ou grise, feuilletée ou fibreuse, rubanée ou glanduleuse; son épaisseur atteint 1000^m.

» Le *massif de Grandchamp* traverse le département dans sa longueur, du Blavet à la Vilaine, et est ainsi beaucoup plus allongé que les précédents relativement à sa largeur : sa superficie approximative est de 300^{km²}. La roche qui constitue le centre du massif ne diffère pas de celles des massifs précédents; mais sa bordure est formée par une large ceinture de *granulite porphyroïde*, à cristaux alignés fluidalement, qui paraît tenir lieu de l'auréole aplitique ordinaire des flancs *ouest*, *nord* et *est*. Le flanc *sud* est formé dans les massifs précédents par une *granulite schisteuse*, toujours glanduleuse cependant, et où l'on reconnaît les grosses macles de la granulite porphyroïde : son épaisseur varie de 100^m à 200^m.

Outre les auréoles précédentes que nous rapportons à l'endomorphisme, on observe encore, autour de ces trois massifs, une série de filons très variés, d'aprites, pegmatites, hyalomictes, luxulianites; ce ne sont plus toutefois des formations de contact à proprement parler : on doit y voir le produit du remplissage de fissures, lors du refroidissement de la masse granitique principale. Ces aprites en filons minces sont plus acides, moins riches en feldspath triclinique que celles des îlots décrits plus haut.

Les observations que nous venons de résumer nous permettent de conclure que les grands massifs de granulite de plusieurs centaines de kilomètres carrés présentent des modifications, suivant qu'on les étudie au centre ou sur les bords, modifications qui peuvent affecter à la fois la composition et la structure de la roche.

» Les petits massifs de granulite, d'une dizaine de kilomètres carrés, ne présentent pas de modifications analogues : il ne faut y voir que des apophyses de massifs plus importants, restés en profondeur.

» Les modifications de la granulite au contact ne sont pas dues, dans le Morbihan, à des échanges moléculaires entre le magma éruptif et la roche encaissante, mais seulement à l'influence du refroidissement, qui agit sur l'orientation des éléments de la roche, leur mode de groupement et l'ordre de leur cristallisation.

» Deux cas principaux se dégagent de notre étude, suivant que le contact observé se fait parallèlement ou perpendiculairement à la direction des strates encaissantes : dans les *contacts parallèles*, la modification favorite est le passage de la granulite grenue à une *granulite porphyroïde*, à grands éléments, alignés fluidalement; dans les *contacts perpendiculaires*, on ob-

serve habituellement le développement d'*aplites*, roches fines, grenues, massives, dont les éléments cristallins présentent des contours géométriques réguliers.

» La considération de ces deux cas montre que les modifications endomorphes de granite dépendent de l'encaissement comme d'un agent chimiquement inactif, mais diversement conducteur de la chaleur et de la pression.

» Malgré la différence considérable, à première vue, des *granulites* porphyroïdes et des *aplites*, il est facile d'y reconnaître des formations *homologues*, également caractérisées par leur structure idiomorphe. La structure de ces roches de contact, comparée à celle des roches massives, grenues du centre des massifs étudiés, montre que la cristallisation des éléments du granite s'est opérée progressivement, et que, commencée au voisinage des salbandes, dans une masse encore en mouvement, elle s'est avancée vers l'intérieur du massif, à travers un magma en repos, ne montrant plus traces d'écoulement.

» Les *granulites schisteuses* du Morbihan, roches à structure gneïssique, fines ou glandulaires, et limitées comme les précédentes à la périphérie des massifs granulitiques, ne sont autre chose que les roches précédentes elles-mêmes, aphitiques, grenues ou porphyroïdes, métamorphisées mécaniquement. Les lamelles de mica, déchirées et étirées, les cristaux de feldspath déformés, brisés et émoussés, attestent des actions mécaniques puissantes éprouvées par la roche; ces minéraux furent ensuite recimentés par des membranes et des fibres de mica blanc séricitique, parfois de mica noir, et par des nappes de quartz granuleux secondaire, formées aux dépens des débris triturés des éléments anciens.

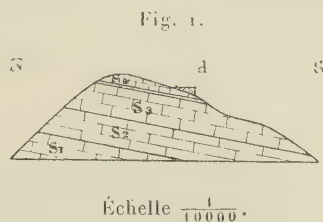
» Enfin, le passage graduel des *granulites schisteuses* aux *granulites grenues*, quand on les suit dans chaque massif, du sud vers le nord, ainsi que, d'autre part, le fait général, reconnu par nous, de la localisation des *granulites schisteuses*, au flanc sud de tous les massifs de granulite grenue du Morbihan, permettent de rapporter le laminage qui a déterminé leur formation à une puissante pression latérale agissant du sud vers le nord. »

GÉOLOGIE. — *Note sur le sénonien et le danien du sud-est de l'Espagne* (1).

Note de M. RENÉ NICKLÈS, présentée par M. Hébert.

« Les étages sénonien et danien ont déjà été, en Espagne, l'objet de travaux remarquables : les recherches de M. Vidal et, en dernier lieu, de M. Carez ont fait connaître, outre la composition du sénonien dans le nord de la péninsule, l'existence de couches à *Otostoma ponticum*, surmontées par des calcaires à *Hemipneustes* eux-mêmes subordonnés à une assise de marnes à *Lychnus*, *Cyrena laletana*, *Hippurites Castroi*, renfermant des couches de combustible.

» Dans le sud-est de l'Espagne, où j'ai eu occasion de les observer, ces étages n'avaient été jusqu'à ces derniers temps l'objet d'aucune étude. J'ai pu constater à quelques lieues au nord d'Alcoy (province d'Alicante) le sénonien supérieur (S_1, S_2, S_3, S_4) et le danien (d) superposés et en discordance, ainsi que l'indique la coupe (fig. 1).



» Les calcaires blancs, que je rattache au sénonien, comprennent :

» D'abord des couches (S_1) à *Inoceramus regularis*, très abondant, avec *Micraster aturicus* Héb.; puis des bancs (S_2) où l'on rencontre des Ananchytes se rapprochant de *Ananchytes semiglobus*, variété de grande taille, et de *Ananchytes gibba*, avec *Ammonites Jacquoti* Seunes, de Gan.

» Au-dessus, viennent des couches (S_3) avec *Hamites recticostatus* Seunes, que l'on rencontre aussi à Gan; à leur partie supérieure se trouve un lit renfermant constamment et en abondance un *Isopneustes*, voisin de *Isopneustes amygdala* Klein, trouvé par M. Hébert à Stevensklint (Seeland), à la partie supérieure de la zone à *Belemnitella mucronata*. Cet *Isopneustes* diffère toutefois de *Isopneustes amygdala* par ses aires ambulacraires plus déprimées.

» Puis, quelques mètres de calcaires (S_4) avec Ananchytes.

(1) Ce travail a été exécuté au laboratoire de Géologie de la Sorbonne. La partie paléontologique a été faite sous la bienveillante direction de M. Munier-Chalmas.

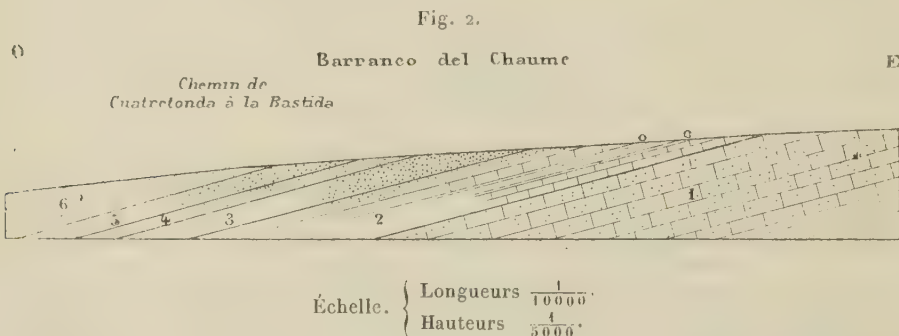
» Au-dessus de cet ensemble, qui, par la présence de *Inoceramus regularis*, *Ammonites Jacquoti*, de *Hamites recticostatus* et des Ananchytes voisines de *A. semiglobus* et *gibba*, présente de grandes affinités avec le sénonien supérieur des Pyrénées, viennent des calcaires avec *Ostræa unguolata* et *Orbitoides media*, et des Foraminifères du genre *Lituola*, reposant sous forme de lambeaux sur S_3 et S_4 , et en stratification discordante avec eux : on est donc en présence de couches daniennes (d).

» Le danien se rencontre donc aux environs d'Alcoy, superposé au sénonien supérieur et en discordance avec lui.

» Dans le sud de la province de Valence, cet étage, composé de formations marines, se présente avec une puissance considérable, notamment aux environs de Cuatretonda, où ont été relevées les deux coupes 2 et 3, (Barranco del Chaume).

» Il ne m'a pas été possible toutefois d'observer la base du danien comme je l'avais fait aux environs d'Alcoy. Je n'ai pu qu'y constater l'existence de couches à *Heteroceras polyplacum*, caractéristique du sénonien supérieur de Haldem (Westphalie).

» Cette restriction faite, la constitution du danien dans cette région peut se résumer ainsi (fig. 2 et 3) :



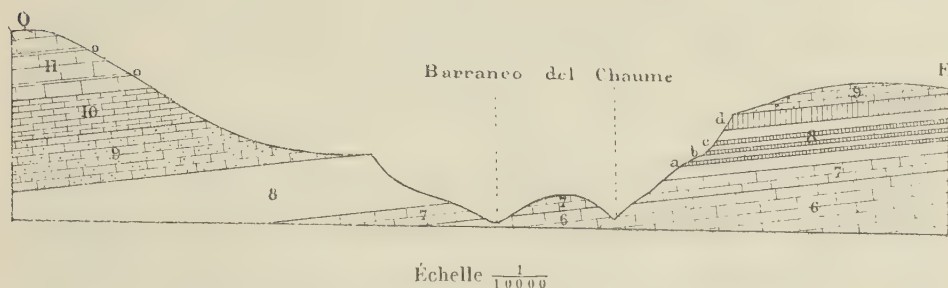
» 1° Des calcaires jaunes (1) avec *Clypeolampas Leskei*, *Ostræa vesicularis*, *Hemipneustes Leymeriei* Héb., *Hemipneustes pyrenaicus* Héb. Cet horizon est intéressant en ce que les *Hemipneustes* et *Clypeolampas* qu'il renferme ont été recueillis en grande abondance par M. Hébert dans le danien inférieur des Pyrénées, à Gensac et à Royan.

» 2° Une série de calcaires gréseux (2 et 3) avec *Ostræa* voisine de *Ostræa frons*, *Rhynchonella toillieziana* de Ciplly (Belgique) et Exogyres nombreuses. Dans ces couches, sont intercalés plusieurs bancs de *Orbitoides media*.

» 3° Des calcaires gréseux et compacts (4, 5, 6) renfermant à leur base le *Cyclaster coloniae* Cott., que l'on trouve à Tuco dans le danien supérieur des Pyrénées, des Nérinées, puis au-dessus plusieurs bancs compacts d'Exogyres formant un véritable conglomérat. On y rencontre, en outre : *Ostræa vesicularis*, présentant à la fois des

individus de grande taille se rapprochant des formes du danien de Scanie, et d'autres ayant de grandes analogies avec les formes sénoniennes; *Ostræa matheroniana*, offrant à la fois la variété que l'on rencontre à Royan et des formes analogues à celles du sénonien inférieur; *Janira quadricostata*, variété semblable à celle de Maëstricht; *Ostræa* voisine de *Ostræa frons*, mais un peu différente de l'*Ostræa* rencontrée plus bas et se rapprochant beaucoup d'une espèce rapportée de Meschers par M. Hébert.

Fig. 3.



» Au-dessus (fig. 3) viennent des couches composées de calcaires compacts (7, 8) où l'on observe d'abord plusieurs espèces d'Orbitoides parmi lesquelles *O. media*; avec ces Foraminifères, apparaissent quelques Hippurites de petite taille. Puis on voit quatre bancs de Rudistes présentant un développement considérable. Dans le premier banc (a) on trouve le genre *Pironea* Meneghini, et dans les trois bancs supérieurs (b, c, d) le genre *Hippurites*.

» Le dernier banc d'Hippurites est recouvert par des grès grossiers (9) renfermant des grains de quartz roulés : il y a donc là un changement lithologique important. Ces grès sont surmontés par des calcaires (10, 11) vers la partie supérieure desquels on observe plusieurs lits d'Orbitoides de plusieurs espèces, parmi lesquels *Orbitoides cf. media*, renfermant aussi d'autres Foraminifères très probablement du genre *Calcarina*, enfin des algues calcaires, *Lithothalmium*. Ces calcaires constituent un des sommets les plus élevés dominant le barranco del Chaume. La présence de *Orbitoides cf. media* ne me paraissant pas suffisante pour classer ces couches (9, 10, 11) d'une façon définitive dans le Crétacé ou le Tertiaire, je crois devoir momentanément m'abstenir de toute interprétation à ce sujet.

» En résumé, sans indiquer avec certitude les limites du danien dans cette région, je puis néanmoins signaler l'existence de formations marines puissantes renfermant des calcaires à *Hemipneustes*, subordonnés à des bancs importants d'*Hippurites* et de *Pironea*. »

GÉOLOGIE. — *Conditions favorables à la fossilisation des pistes d'animaux et des autres empreintes physiques.* Note de M. STANISLAS MEUNIER.
(Extrait.)

« A la fin de ma récente Communication sur les pseudophytes auxquels donne lieu sur le littoral le ruissellement des eaux qui retournent à la mer, durant le reflux ⁽¹⁾, je disais qu'à mon sens il faut des circonstances exceptionnelles pour que la fossilisation s'empare des pistes d'animaux, des gouttes de pluie, des rides de vents, des craquellements d'argile et d'autres traces purement physiques.

» Parfois on peut, sur le bord de la mer ou même ailleurs, rencontrer quelques-unes des circonstances favorables à la conservation qui nous occupe. Je rappellerai d'abord ce fait que, parmi les vestiges physiques dont la nature n'est pas contestée, on ne connaît rien qui ne soit terrestre, c'est-à-dire étranger au bassin des mers. Ce sont des pistes d'animaux aériens comme le *Cheirotherium* d'Hildburghausen ou de Lodève, les oiseaux du Connecticut, les êtres si variés du gypse de Montmorency étudiés par J. Desnoyers; ce sont des gouttes de pluie ou des craquellements d'argile; etc.

» Parmi les combinaisons fort diverses de conditions qui ont pu être réalisées, en voici une qu'on voit à l'œuvre sur plusieurs points de nos côtes : une flaque d'eau existant au-dessus de la zone accessible à la haute mer, un animal imprime sa trace sur son fond; si le vent vient ensuite à souffler avec une force suffisante, le sable charrié pourra tomber dans la flaque : il viendra former une couche sur l'empreinte, qui ne subira pendant ce temps aucune action tendant à l'effacer.

» On arrive donc ainsi, et c'est la première fois, je pense, que cette conclusion est proposée, à admettre, pour le grès à *Cheirotherium*, une origine éolienne. La flaque d'eau n'est d'ailleurs pas indispensable; le sable apporté par le vent sur une argile qui a reçu l'empreinte donnera le résultat désiré.... »

(¹) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 242. — Depuis la lecture de mon travail, j'ai eu communication, grâce à l'obligeance de M. Bureau, d'une Note de M. Williamson insérée en 1885 dans les *Memoirs of the Manchester Society*, 2^e série, t. X, p. 19, et relative à des accidents en partie identiques à ceux que j'ai décrits : je m'empresse de reconnaître sur ce point la priorité du savant anglais.

M. **MONMEJA** adresse, de Monclar (Lot-et-Garonne), une Note relative à l'éclipse de Lune du 28 janvier.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 6 FÉVRIER 1888.

Annales des Ponts et Chaussées; novembre et décembre 1887. Paris, V^e Dunod; 2 vol. in-8°.

L'Actinodon; par ALBERT GAUDRY. (Mémoire extrait des *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle*.) Paris, G. Masson, 1887; br. gr. in-4°.

Les temps préhistoriques en Quercy; par FÉLIX BERGOUX. Paris, Félix Alcan, 1887; br. gr. in-4°. (Deux exemplaires.)

Ministère de l'Agriculture. Bulletin (Documents officiels. — Statistiques. — Rapports. — Comptes rendus de Missions en France et à l'Étranger); sixième année, n° 8. Paris, Imprimerie Nationale, décembre 1887; br. gr. in-8°.

Ministère de la Guerre. — Statistique médicale de l'armée pendant l'année 1884. Paris, Imprimerie Nationale, 1887; 1 vol. gr. in-4°. (Deux exemplaires.)

Bibliothèque universelle et Revue suisse; 93^e année, troisième période, tome XXXVII, n° 109, janvier 1888. Lausanne, Bureaux de la *Bibliothèque universelle*, 1888; br. in-8°.

La laiterie. — Art de traiter le lait, de fabriquer le beurre, etc.; par A.-F. POURIAU. Paris, Audot, Lebroc et C^{ie}, 1888; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Dehérain.)

Du traitement des fractures du maxillaire inférieur par un nouvel appareil; par M. CLAUDE MARTIN. Paris, Félix Alcan, 1887; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Verneuil, pour le Concours Montyon.)

Annales agronomiques (Ministère de l'Agriculture), publiées par M. P.-P. Dehérain; tome XIV, n° 1. Paris, G. Masson, 1888; br. in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; 9^e année, 5^e série, tome XVII, n° 3, 1^{er} février 1888. Paris, G. Masson, 1888; br. in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris. Comptes rendus des séances; tome trente-deuxième, 9^e livraison. Paris, Félix Alcan, 1887; br. in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique; IV^e série, tome I, n° 11, année 1887. Bruxelles, F. Hayez, 1887; br. in-8°.

Institution of mechanical engineers. — Proceedings, september 1887, n° 4. London, 1887; 1 vol. in-8°.

American chemical Journal, edited by IRA REMSEN. Vol. 10, n° 1, january 1888. Baltimore; br. in-8°.

A positive specific for hydrocele, boils, rheumatism and lumbago; by JOHN ELLIS SCOTT. London, 1887; br. in-8°.

Records of the geological Survey of India. Vol, XX, Part. 4, 1887; br. gr. in-8°.

American Journal of Mathematics, published under the auspice of the Johns Hopkins University; volume X, number 2. Baltimore, january 1888; br. gr. in-4°.

Journal and Proceedings of the royal Society of New South Wales, for 1886; vol. XX, edited by A. LIVERSIDGE. Sydney, Ch. Potter, 1887; 1 vol. in-8°.

The Proceedings of the Linnean Society of New South Wales. Second series, vol. II, Part first and Part 2. Sydney, F. Cunninghame and C^o, 1887; 2 vol. in-8°.

Monthly summaries and Monthly means for the year 1886, with 41 maps. — Imperial meteorological observatory, Tokio, Japan; br. in-4°.

Comunicações da Comissão dos trabalhos geologicos de Portugal; tome I, fasc. II, 1885-1887. Lisboa, Typographia da Academia real das Sciencias, 1887; 1 vol gr. in-8°.

Anales de la Sociedad cientifica argentina; tomo XXIV. Buenos Aires, 1887; 5 br. in-8°.

Beobachtungen der Russischen Polarstation an der Lenamündung. II. Theil : *Meteorologische Beobachtungen*, bearbeitet von A. EIGNER. — II. Lieferung : *Beobachtungen vom Jahre 1883-1884*, herausgegeben unter Redaction von R. Lenz, 1887; 1 vol. gr. in-4°.

Ueber die Gebissentwicklung der Schweine, insbesondere über Verfrühungen und Verspätungen derselben, nebst Bemerkungen über die Schädelform frühreissen und spätreissen Schweine; von Prof. Dr ALFRED NEHRING. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1888; br. gr. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 23 janvier 1888.)

Note de M. *de Jonquières*, Sur quelques notions concernant les courbes et surfaces algébriques.

Page 234, première ligne de la note, *au lieu de CII, lisez CVI.*

Page 240, ligne 17, *au lieu de A, lisez A'.*

Page 241, ligne 4, *supprimez $z'' = A''$.*

Page 241, ligne 9, *au lieu de $A - \gamma$, lisez $A' - \gamma$.*

(Séance du 30 janvier 1888.)

Note de M. *Stéphan*, Sur l'éclipse totale de la Lune du 28 janvier 1888.

1^o Page 327, ligne 17, *au lieu de* pendant une période commençant quelques minutes après la fin de cette phase, *lisez* pendant une période commençant quelques minutes avant la totalité et se terminant quelques minutes après la fin de cette phase.

2^o Page 327, ligne 21, *au lieu de M. Moitre, lisez M. Maitre.*

Note de MM. *Bergeron* et *Munier-Chalmas*, Sur la découverte de la faune primordiale en France :

Page 375, ligne 4 (titre), *au lieu de Bergeron*, présentée par M. Hébert, *lisez Bergeron*. Note présentée par M. Hébert.

Page 377, ligne 6 en remontant, *au lieu de M. Salter, lisez Salter.*

Page 378, ligne 19, *après Conocoryphe, lisez (Conocephalites).*

